2000-907
2000 ÁPR 3.
21

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **1. szám** 1964. január

A magyarországi bánya- és kohómérnökképzés kezdetei*

Dr. GYULAY ZOLTÁN

DK 62 + 622 + 669(439)378.4

1963. június 22-én volt 228 esztendeje annak, hogy III. *Károly király* Selmecbányán — a mai, Csehszlovákiában fekvő Banská-Štiavnicán — bányászati iskolát alapított, amivel a rendszeres bányatiszt-, mai szóhasználattal bányamérnökképzés Magyarországon megindult. És június 13-án volt 200 esztendeje annak, hogy a bányászati iskola bányászati akadémiává fejlesztése az első főiskolai tanszék — a kohászati-ásványtani-kémiai tanszék — alapításával megkezdődött. E jubileum tiszteletére tekintsünk vissza az iskola alapításának előzményeire.

A bányászat az ember őstermelő tevékenységei között a legősibb mesterség, ezért jelöljük az emberi kultúra fejlődésének lépcsőit is a használt fémekkel. Az ókor fejlett fémművessége fejlett bányászatra utal. Ahol a bányászat mérete és jelentősége megkövetelte a munka megszervezését és feltételeinek biztosítását, ott vezetőre, bányatisztre, mai szóhasználattal bányamérnökre volt szükség. Bányamérnök alatt a puszta tapasztalaton túl, felsőbb — mindenkor a legfelsőbb — bányatechnikai nevelésben-oktatásban részesült olyan szakembert értünk, aki szakismereteiben messze meghaladta a bányamunkásokat.

Az ókori birodalmak nagyobb bányaműveinek maradványai és a bennük lelt eszközök azt tanúsítják, hogy az ókor bányamunkásai nemcsak kézimunkát végeztek ékkel-kalapáccsal és feszítővassal, hanem nagyobb mechanikai munkára képes gépeik: vízikerekeik, szivattyúik, ércőrlőmalmaik is voltak. A munkás-létszámról fennmaradt adatok is sokatmondók: a görögországi Laurion-i ezüstbányászatban dolgozó rabszolgák száma meghaladta a húszezret is. Ilyen méretű bányászat műszaki vezetés nélkül elképzelhetetlen.

Indiában az i. e. III. századból fennmaradt egy írás: *Kautilya* „államtana". Ebben a bányászatról a következők olvashatók: „A kincs a bányászatból ered. A kincs szüli a hatalmat. — A király felearányban részesedik a Föld minden kincséből és féméből, a védelemért, mert ő a Föld ura. — A főbányakapitánynak érteni kell az ércerek, a fémek, a kohászat és a drágakövek színének tudományához, vagy olyanokkal kell körülvennie magát, akik mindehhez értenek. — Ilyen munkásokra és szerszámokra van szüksége. Meg kell vizsgálnia mind a régi bányaműveket, melyeket olvasztópestjeik, salak, faszén, hamu árul el, mind az újakat, amelyek szokatlan színükkel, súlyukkal, ízükkel és szagukkal ércerekre utalnak". És tovább, szinte tankönyvszerűen felsorolja mindazokat a bányászati, ásványtani, földtani, teleptani, kémlészeti és kohászati ismereteket, amelyeket a birodalom, legfőbb bányászati tisztviselőjétől, megkövetel. Mindezt *Nagy Sándor* korában!

A rómaiak Spanyolországban már 200 m mélyre hatoltak és a vízmentesítésre archimedeszi csavart használtak. A nehéz testi munkát rabszolgák és katonák végezték, de a szellemi, a feltaláló és szerkesztőmunka már nem is jelentéktelen számú olyan szakembert feltételez, aki szakismereteit csak szervezett oktatással, tanítás-tanulással szerezhette, ami a kézműves-önképzést, vagy az inasból mestert nevelési formát már meghaladta.

A római hadiszervezetben voltak olyan műszaki csoportok, melyek feladata a hadianyag, ostrom és védelmi felszerelés kezelése, hidak s utak építése volt, ezeket az átlagon felül képzett személy (mechanikus, mérnök) vezette. Nem lehetett ez másként a bányászatban sem.

A Felvidék és Erdély gazdag volt bányakincsekben. Erdélyben a kvádok bányászkodtak a magyar honalapítás előtt. *Agricola* a selmeci bányászat kezdetét i. u. 745-re teszi.

A honfoglaló magyarok a bányászmesterséget már urali hazájukban megismerhették és az új hazában talált bányákat tovább művelik. A magyar bányászat a XII. sz. derekán indul fejlődésnek és az első fellendülése a XIII. sz. első felére esik. A tatárjárás azonban elpusztítja a bányákat is, amelyek közül a felvidékiek az Érchegységből betelepített szász bányászok segítségével kelnek új életre. Ezért német nyelvű az 1244-ből való és a jihlavaival (iglauival) egyező selmeci bányarendtartás, amely a legrégibb ismert, írásbafoglalt bányajog.

Nevezetes ezüstbányák a XIII. sz. első felében Selmec és Radna, a XIII. sz. közepétől Gölnic,

* Előadásként elhangzott a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen — a „Kohászat, Ásványtan, Kémia" Tanszék 200 éves évfordulója alkalmával — 1963. év szept. hó 16-án.

Rozsnyó, Jászó és Besztercebánya, aranybányák a XIII. sz-tól Abrudbánya, Offenbánya és Zalatna, a XIV. sz. közepétől Körmöc és Nagybánya. Rézlelőhelyek a XIII. sz.-ban Gölnic, Szomolnok és Igló, a XIV. sz. közepétől Besztercebánya. Sóbányák vannak Tordán és Désen, a vasbányászat, mely külföldi kereslet hiányában korábban még jelentéktelen, a XIV. sz. közepétől lendül fel Gölnicen. A XIV. sz. második felében Magyarország már évi átlagban 500—1000 kg aranyat és 4000 kg körüli ezüstöt termel, ami az akkori világ termelésének 14—29-, illetve 15%-a lehet, a mohácsi vészt megelőző 200 év alatt pedig, 1325 és 1525 között a hozam évi átlagban 1500—1600 kg arany és 8700—10 000 kg ezüst, ami a világ termelésének 42,- illetve 30%-át teheti. A magyar bányászat ekkor már európai jelentőségű : a XIII. sz. utolsó éveiben kezdődő európai aranyválságnak, amit a keresztes háborúk után Keletre áramló arany idéz elő, 1342—44 körül a magyar aranytermelés fellendülése vet véget.

Körmöc 1328-ban elnyeri a rangot jelentő, kuttenbergi bányajogot és 1331-ben már gépmestere van : „Leopoldus magister machinarum" — a magyar történelem első gépészmérnöke —, aki 1342-ben már körmöci kamaragróf. Hogy képzett bányász ez idő tájt már több is volt Magyarországon, az is tanúsítja, hogy Vielicskán a sóbánya főtisztje a magyar Bernát mester," *Bernardus de Hungarica*".

A magyar bányászat első századaiban közösségi bányászat volt, szervezetében társulati, társas jellegű, a bányatulajdon a bányászok közösségéé, hasonlóan a parasztfalvak szervezetéhez. Ez a magyar bányászat prekapitalisztikus korszaka, erre utal a selmeci bányajog is. Erre a társas bányászatra telepszik rá a XIII. sz. második felében lassan kibontakozó bányakapitalizmus, kezdetben a bányamunkásokat dolgoztató bányapolgár, majd a nemesurak kiváltságos testülete és a tőkés társasvállalat. A XIV. sz. közepén a bányászat már bérmunkán alapszik, a bányarendtartásokban már különválik a bánya- és kohótulajdonos tőkés vállalkozó (a XVI. sz.-i felsőbányai rendtartás szerint „thurzó") és a hetibéres munka („mível"). A XIV. sz.-ban azonban még a kistőkés vállalati forma az uralkodó.

A XV. sz. közepén Mátyás király, hogy hatalmi törekvéseihez anyagi alapot teremtsen, erősen lecsapolja a tőkeprofitot : a 10—12%-os bányaadón felül megmaradó mennyiségből levont 30%-os beváltási haszonnal a vállalkozótól a termelt fémmennyiségnek mintegy 28%-át elvonja, amihez még veszteségként hozzájárul a beváltott mennyiségért fizetett rossz pénz. A bányavállalkozásnak ez a vesztesége Mátyás korában elérte a termelt fémmennyiség 40—45%-át is. A tőkefelhalmozás lehetőségeinek ilyen mértékű csökkentése éppen akkor érte a nemesfémbányászatot, amikor a vízmentesítésnek a növekvő mélységgel szaporodó gondjait csak nagyobb tőkebefektetéssel lehetett enyhíteni.

Ezért jelenik meg a bányászatban 1450 körül a nagytőke, mert az apró vállalatokon a vállalati koncentráció vagy a pénztőke csak ideig-óráig segít.

A rézbányászatban — mely az állami kizsákmányolástól kevesebbet szenvedett, viszont a nemesfémbányászat árelőnyeit sem élvezte — ez a folyamat a XIV. sz. végén indult meg.

A XV. sz. utolsó negyedére esik *Thurzó Jánosnak*, kora egyik legképzettebb bányamérnökének szerepe. *Thurzó János* 1475-ben az alsómagyarországi bányavárosokkal bányáik vízmentesítésére szerződést köt, minden jól működő váltóvízikerekes vízemelőgépe után heti 1 maFt és a termelt érc 1/6-a fejében, „legyen az arany-, ezüst-, réz-, ólom-, higanyérc, vagy lazurit, vagy egyéb érc". *Thurzó János* egyre gyarapszik és a század végén, az augsburgi Fugger-ház roppant tőkeerejére támaszkodva, Besztercebányán, az addig kisvállalkozók által űzött bányászat helyén, olyan méretű koncentrált kapitalista rézvállalatot teremt, melynek szerepe félévszázadon át egész Európa gazdálkodására jelentős. A besztercebányai rézvállalat évi átlagtermelése 1495 és 1519 között 1800 t feketeréz, amiből 1370 t 84 000 Ft értékű finomrezet és melléktermékként 2200 kg 64 500 Ft értékű ezüstöt állított elő, évi 44 000 maFt átlagnyereséggel. A vállalat 1546-ig a Fugger-házé, melynek évi átlagnyeresége a vállalatból 1426 és 1539 között már 76 750 maFt. azaz 13 év alatt kereken 1 millió Ft. Ez a hatalmas összeg Magyarország számára teljesen elveszett.

A besztercebányai rézbányászat volt az első nagyüzem Magyarországon. Vezetője 1520-tól a Fuggerek faktoraként *Dernschwam János* volt, *Münster Sebestyén* barátja, *Agricola* és *Paracelsus* kortársa, humanista, az első magyarországi bányászati író, az ő tollából maradt ránk a tordai sóbányászat — egyideig szintén Fugger bánya — részletes, élettel teljes leírása. Életútjából és ismeretségi köréből feltehető, hogy *Agricolának*, aki csak 1545 utáni műveiben ír Magyarországról, ő volt a tájékoztatója.

A Fuggerek bányászatával kapcsolatos a Habsburg-birodalom területén az első nyom a szervezett bányamérnökképzés felé. A kémia területén új korszakot nyitó *Paracelsus*, életrajzírói szerint ifjú éveiben a Fuggerek által a karintiai Villach-ban alapított és fenntartott bányaiskolában tanulta a bányászatot, a kémlészetet és kohászatot, majd 1510-től 1515-ig a Fuggerek bányászatának volt alkalmazottja a tiroli Schwazban. *Paracelsus* 1536-ban Besztercebányán tartózkodott, ahol laboratóriuma is volt. Ennek a villachi bányaiskolának a működése még felderítésre vár.

A XVI. sz. folyamán Európa térképe nagyot változik. Budát 1541-ben elfoglalja a török, Magyarország három részre szakad és a magyar állam egysége másfél évszázadra megszűnik. A Felvidék és az ország keskeny nyugati sávja, az alpesi országok és Csehország védőszegélyeként a Habsburg-ház német ágának kezére jut, amely ág éppen akkortájt kerül ki szegényen a Habsburg-világhatalom kettéosztásából, mivel a nemrég felfedezett és nemesfémekben gazdag újvilág a

spanyol ág kezében marad. Ekkor válik a magyarországi arany- és ezüstbányászat a német Habsburgok hatalma megtartásának döntő pillérévé, mert tiroli és csehországi bányái már hanyatlani kezdenek. A felvidék fekvése azonban már nem kedvező, hiszen a török birodalom, legnagyobb kiterjedése idején Selmec kapujáig ér. Magyarország másfél évszázadon át harctér, ez a háború pedig pusztítóbb, mint más európai háború.

Ugyanekkor Európa nemesfém-bányászatát már gazdasági krizis rázza, mert szorítja a tengerentúlról könnyen és bőségben áradó arany versenye. Pedig a bányák mélyülésével, kiterjedésük növekedésével együtt nőnek a műszaki feladatok a szállítás és a szellőztetés, de legfőképpen a vízmentesítés terén. A növekvő, helyenként félelmetes nehézségek leküzdésére azonban ekkor, sőt ezután is egész a XVIII. sz. kezdetéig, középkori örökségként csak a már *Agricola* által leírt gépek állnak rendelkezésre, amelyeket a bányászat 200 év óta használ, de ezek a megnövekedett feladatok megoldására már nem képesek. Egyre parancsolóbb feltétel lesz az a régi felismerés is, hogy a mélységgel súlyosbodó feladatok csak úgy oldhatók meg sikeresen, ha az érctelepet egyetlen műszaki és gazdasági egységként, nagyüzem formájában művelik.

Selmecbánya a hét alsómagyarországi bányavárossal együtt 1521-ben kerül *Habsburgi Mária* királyné birtokába, akitől bátyja, *Ferdinánd* 1549-ben visszaveszi. Ettől kezdve a kincstár céltudatosan tör az üzemkoncentráció felé. A kincstári bányabirtokot tervszerűen egy szervezetbe vonják, amely a még megmaradó magánbányászattal szemben túlsúlyra emelkedik. A selmeci kincstári bányák között a legnevezetesebb a több bánya összevonásával szervezett Felsőbibertáró lesz, ennek vezetését 1642-ben a Szélaknán felállított kincstári bányahivatal veszi át. Ezt az üzemet nevezik „Szélaknai bányadalom"-nak. Itt is előáll az egységes művelésre alkalmas nagyüzem. A szélaknai üzemben vezeti be *Montecuccoli Jeromos* 1627-ben a lőporral végzett kőzetrobbantást, ami jelentős határkő a bányászat történetében.

A selmeci bányászat híre messze túlterjed az ország határán. A bányászattörténet angol művelői szerint a Közép Európa — Magyarország, Csehország, Szászország és a Harz hegység — híres bányáiban használt leleményes bányagépek modelljeit a XVI. sz.-ben az angol bányászat centrumaiban — így Nottinghamban — példaképp állították ki. *Morin, Jean Baptist* a felvidéki bányákat 1615-ben meglátogató első utazó, akinek útleírása fennmaradt; *Newton* 1669-ben levélben hívja fel a külföldre utazó *Astonnak*, a Royal Society későbbi titkárának figyelmét a selmeci bányára, ahol értékes tájékozódás szerezhető. Ugyanebben az évben *Browne, Edward* a Royal Society tagja jár megbízásból Selmecen és könyvben is beszámol a látottakról. Leszáll 300 létrafokon Szélaknán és megcsodálja a bányában dolgozó 8 m átmérőjű vízikerekeket, mely a mélyszintről emeli a vizet az altáró szintjére. A külföldiek csak felsőfokban írnak a látottakról.

A XVII. sz.-végén Magyarország felszabadul a török uralom alól, a harcok azonban nem szűnnek meg. *Rákóczi* szabadságharca 1711-ben elbukik és ekkor a Habsburg-hatalom elkezdi Magyarország gyarmatosítását. A harcok által megviselt selmeci bányákat *Hell Máté Kornél* főgépmester állítja helyre. Ezután jelenik meg az első atmoszferikus gőzgép az alsómagyarországi bányászatban.

Newcomen Thomas, 1712-ben helyezi üzembe egy angol szénbányában az első gőzgépet (tűzgépet) bányaszivattyú hajtására, amely esztendő fordulópontot jelent nemcsak a technika történetében, de az emberiség történetében is : az ipari forradalom hajnalát. Ezt a forradalmi újítást *Leibniz* javaslatára a kontinensen az elsők között veszi át a bécsi udvari kamara, és *Fischer von Erlac, Joseph Emanuel*, a kiváló osztrák mérnök, Angliából magával hozott rajzok alapján, *Potter, Isaac* angol gépész segítségével Újbányán 1722-ben felépíti és 1724-ben üzembehelyezi az első magyarországi tűzgépes bányaszivattyút. Az újbányai tűzgép 192 ló munkáját pótolta, a lóüzem 900 Ft-os havi üzemköltségével szemben 400 Ft üzemköltséggel. Az újbányai gép annyira bevált, hogy a szélaknai Józsefaknán 1734—35-ben egyszerre 4 gépet állítottak üzembe. Ez az év egyúttal iskolánk alapítási éve.

Évszázadok bányásznemzedékei az idők folyamán bőséges elméleti és gyakorlati ismereteket halmoztak fel és ezt a tiszteletreméltó elméleti és gyakorlati tudományt — ars montanicia — a XVI. sz. elejétől a XVII. sz. végéig, *Agricolától Röszlerig* német írók foglalják össze nagy szorgalommal és szeretettel, az ő könyveikből tanul az egész bányászvilág. Az egyetemen, az ordo physicumon belül ez a természettudomány nem talál helyet. De nem is találhat, hiszen az egyetem, mely a középkor folyamán a pápaság és a császárság mellett a harmadik nagyhatalommá emelkedik, az újkor elején emezek világtörténeti válságával együtt megrendül, életképessége és jelentősége hanyatlik, a haladó törekvésektől annyira elmarad, hogy *Leibniz* a tudományosság megszervezésére irányuló nagyszabású terveiben az egyetemet meg sem említi. A korszakalkotó természettudományos kezdeményezések már az elöregedett egyetem falain kívül valósulnak meg, a fellendülő műszaki élet maga teremt az alkalmazott természettudományok ápolására életrevaló, ifjú, erőtől duzzadó szerveket.

Tanult bányatisztek utánpótlására irányuló gondoskodással már a XVIII. sz. előtt találkozunk Közép-Európa három klasszikus bányavidékén, a Magyar Érchegységben, a Cseh-szász Érchegységben és a Harzban. Magyarországon egy 1632. évi udvari kamarai rendelet már expektánsokról szól, olyan, a bányászéletre alkalmas fiatalemberekről, akiket az üzembe, tapasztalt bányatisztek mellé osztanak be, hogy tőlük a bányászati ismereteket elsajátítsák. Az ilyen ifjú még az üzemben dolgozva tanul. Ennek az egyéni oktatási formának 1632-ben már múltja van Mgyarországon, hiszen az említett rendelet az állást kereső expektánsok felvételéhez az udvari kamara jóváhagyását írja elő. Egy következő, 1676-ban a selmeci kamarához intézett

rendelet már irányelveket tartalmaz az expektánsok kiválasztására, oktatására-nevelésére, kiemelve az oktatás három főtárgyának : a bányaművelésnek, a bányamérésnek és a kohászatnak fontosságát. Egy 1679-ben, a körmöci kamarához intézett rendelet a bányatérképek elkészítéséhez egy expektánst küld segítségül, ami azt mutatja, hogy a expektánsok a legkomolyabb műszaki feladatokra is fel voltak készülve.

Sternberg Gáspár, a csehországi bányászat kiváló történésze írja, hogy a XVII. sz.-ban Joachimsthal-ban már minden elő volt készítve egy bányaiskola felállítására, ez azonban ismeretlen okból elmaradt.

1736-ban Bergakademie létesítését tervezi Bécs, Körmöcön.

A XVIII. sz. elejéig a bányászat tudománya az Agricolai — hagyomány folytatásaképp már differenciálódik is és kialakul mindezeknek a matematikai és természettudományi — fizikai és kémiai alapja is. Mindezen alap- és szakismereteknek szép és a maga nemében ritka összefoglalását őrzi egyetemünk könyvtára, az 1736-tól 1748-ig a felsőmagyarországi bányászat élén állt *waldai Multz Györgynek* egy 1731-ben írt, 1500 negyedívméretű oldalra terjedő kéziratában. *Multz* ebben a művében összegyűjti mindazt, amit egy jól képzett bánya- és kohófőtisztnek ismernie kell, és hozzá a barokk kor szokásához híven, címképet is rajzol : a bányászati tudományok allegóriáját.

Ez az utánpótlási forma azonban a XVIII. sz. elején a bányászat fejlődésével már nem tart lépést és a kincstári üzemekben a bányatiszt hiány növekszik. Ezért az udvari kamara 1716-ban elrendeli egy bányaiskola szervezését a csehországi Joachimsthalban — a mai Jáchymovban — és az iskola meg is indul, háromévenként 4 növendék felvételét előirányozva. Az első két kurzus nyomán az udvari kamara 1724-ben Selmecen is felállít egy hasonló, de méreteiben a joachimsthalinál jelentékenyebb iskolát. Az expektánsok javadalmazására ekkor Joachimsthalban évi 600, Selmecen 1500 Ft-ot fordítanak. A selmeci iskola nagyobb méreteit a felszabadított Erdély és a Bánát visszacsatolása indokolta.

Mai értelemben vett iskola szervezésére, ahol iskola alatt meghatározott tanulmányrendet, azaz megszabott tananyagot és órarendet, az előadások együttes hallgatását, rendszeres vizsgálat és állandó tanszemélyzetet értünk, 1733-ban kerül sor, amikor *VI.* (a magyar királyok sorában III.) *Károly* részletes utasítást bocsát ki a joachimsthali bányaiskolások számára. Az expektánsok ettől kezdve már iskolai növendékek, akik egész idejüket tanulásra fordítják és az üzemekben már csak gyakorlatokat végeznek. A rendszeres bányászati oktatás tehát elsőként Joachimsthalban kezdődik, két instruenssel, évenként 3 növendékkel és két éves tanulmányi idővel, amit egy esztendei tanulmányút követ a külföldi bányákban.

Alig telik el két esztendő és az udvari kamarát már annyira kielégítik a joachimsthali eredmények, hogy *III. Károly* 1735 június 22-én a selmeci iskolának a joachinsthaliéval szószerint egyező instrukciót ad és ezzel megalapítja mai iskolánk ősét, a selmeci Bányatisztképző iskolát. A vezető tanár mellé 5 instruenst jelöl ki és az iskola növendékeinek számát 8-ban határozza meg. A selmeci iskola születésétől kezdve nagyobb és életerősebb a joachimsthalinál, mely utóbbi alig másfél évtized alatt megszűnik. A selmeci iskola élén éppen e másfél évtizeden át első professzora *Mikoviny Sámuel*, a XVIII. sz. első felének legkiválóbb magyar mérnöke áll, ő az iskola életerejének fő forrása.

Amint a XVII. sz. végén a technika terén a bányászat az úttörő abban, hogy a század legnagyobb feltűnést keltő felfedezését, *Guericke* légszivattyúját a bányavizek leküzdésére igyekszik felhasználni és ez a törekvés hozza létre *Papin, Savery* — ki szivattyújának a „bányász barátja" nevet adta — kíséretei után *Newcomen* első, atmoszférikus gőzgépét, amely az önálló erőgép ideálját már megközelíti és úgyszólván egy egész évszázadon át csak a bányászatban dolgozik, ugyanúgy a bányászat teremti meg elsőként a legmagasabb műszaki képzést nyújtó szakiskolát is. A bányászatban a gőzgép megjelenése és a legfelsőbb fokú szakképzés megalkotása szervesen összefügg.

A selmeci iskola alapító rendeletéhez csatolt instrukció, mely *Lauer János*, későbbi selmeci főkamaragróf munkája, az iskola első szervezeti és tanulmányi szabályzata. Megállapítja a négy fő szaktantárgyat : a bányajogot és a bányaművelést, a bányamérést, az ércelőkészítést, és a kémlészetet és kohászatot ; azután intézkedik a bányászati ismeretekben legjártasabb tanszemélyzet, az instruensek gondos kiválasztásáról ; a szaktantárgyak előadásai és gyakorlati órarendjének a minden érdekelt bevonásával hetenként előre történő megállapításáról, ami a tervszerű oktatás feltétele. A tanulmányi időt próbaidő utáni két évben állapítja meg, melynek elteltével a növendékeknek elméleti és gyakorlati vizsgát kell tenniök a főbányagróf jelenlétében. Ezután pedig a hazai bányákban addig kell gyakornokoskodniok, a bányászat beható megismerése végett, amíg az alapos és szakszerű üzemvezetéshez szükséges jártasságot elsajátítják. Csak ezután kerülnek állásba. Előírja, hogy a felvétel feltétele a próbaidő alatti erkölcsös és józan élet, a munkaszeretet és a szorgalom. A növendékek tisztelettudóan kötelesek viselkedni, a főbányagrófon és a tanárokon kívül mindenrendű és rangú bányatiszt és főfelőrrel szemben is, akikhez őket tanulás vagy gyakorlat céljából utalták, kötelesek az intruensek rendelkezéseit készséggel teljesíteni, az előadásokat figyelemmel hallgatni és azokról jegyzeteket készíteni, a jegyzeteket időnként bemutatni, azokat megőrizni. Előírja a szakkönyvek beszerzését, amelyeket a növendékek kötelesek az előadási órákon kívül egymás között felolvasni. Előírja még a rendelet, hogy a növendékeknek gyakolatot kell szerezniök a főbányagrófi hivatal igazgatási munkáiban, részt kell venniök a bányabírósági tárgyalásokon és azok aktáit tanulmányozniok kell, részt kell venniök a bányaüzemi értekezleteken és gyakorlatot kell szerezniök a bérelszámolásban is. Az instrukció ezután részletesen

felsorolja a főtantárgyak elméleti és gyakorlati tanmenetét, és előírja, hogy növendékeknek a gyakorlatokról is feljegyzéseket kell készíteniök.

Az iskola fő célja bánya- kohó- és pénzverő tisztek kiképzése a kincstári bányászat és pénzverés szolgálatára, vannak azonban az iskolának magánalkalmazásban álló növendékei is. Az iskola a selmeci főkamaragrófi hivatal igazgatása alatt áll. Mindkét tanulmányi év január 1-vel kezdődik és december 31-ig tart úgy, hogy a téli hónapokban a városban, a nyári hónapokban Szélaknán folyik az oktatás. Az első évben a matematika néven összefoglalt elméleti tárgyak — matematika, hidraulika, mechanika — mellett a hallgatók nagy vonásokban végighallgatják mind a négy szaktárgyat, hogy a bányászat egészéről és egyes ágazatainak összefüggéséről általános képet nyerjenek, a második évben már mindegyik növendék a négy üzemágazat — a bányaművelés bányamérés, az ércelőkészítés, a próba mesterség és kohászat, továbbá a pénzverés — közül a képességeinek legjobban megfelelő szaktárgyat hallgatja teljes részletességgel és csak ebből vizsgázik. Az iskola tehát az általános bányászati képzés mellett tulajdonképpen specialistákat nevel.

Az Instrukción átsugárzik a bányászat, a bányászhivatás szeretete. Különb gonddal nem lehetett volna a tananyagot és a hozzá szükséges könyveket összeállítani, mint ahogy azt az alapító rendelet tette. A tananyag minősége, mennyisége és jelentősége tekintetében a selmeci Bányatisztképző Iskola a korabeli bármelyik egyetemmel állja az összehasonlítást, mert amit nyújtott, az mindhárom tekintetben a maximum volt.

Az iskola élére az udvari kamara *Mikoviny Sámuelt* nevezi ki, aki ekkor már Pozsony megye híres mérnöke, *Bél Mátyás* egyenrangú munkatársa és a Berlini Királyi Tudományos Társaság tagja. Kinevezése után Selmecre költözik és ezentúl elsősorban tanár, vagy még inkább nevelő, akinek nagy tudományos tekintélye rangot jelent a fiatal iskola számára.

Tanári működésének másfél évtizede alatt rendkívül tevékeny. Télen Selmecen tanítja növendékeinek a természettudományok alapjait, a matematikát, mechanikát és hidraulikát, nyáron pedig Szélaknán geodéziát és bányamérést. Közben mint az „alsómagyarországi bányavárosok geométerje" vezeti a szélaknai bányamérnökséget, meghatározza Selmec földrajzi helyét és serényen térképez bányát, folyót, utat tökéletlen kezdetek után tíz év alatt kiépíti a 60 km vízfogó árokból, 16 tóból álló, 7 millió m^3 tárolóképességű egységes selmeci vízgyűjtőrendszert, vízi gépeket, zúzókat, olvasztókemencéket épít. Hidakat épít a Garamon és a Vágon, lecsapolja az ószőnyi, almási és tatai mocsarakat, háborús esztendőkben pedig erődít. Tevékenységi köre országos méretű : 1749 tavaszán az ő tervei szerint kezdik építeni a budai királyi palotát. Közben leírja az összes magyarországi római városok maradványait, ez a régészeti műve még valahol lappang. Nyugodtabb esztendőkben a tiszta matematikával is foglalkozik : a kör négyszögesítése körüli vitában a Ludolf-féle szám értékét két hallgatójával 24 tizedesig kiszámíttatja. *Marinoni* felszólítására a Föld alakjának a meghatározásával is foglalkozik és a francia akadémia akkori állásfoglalásával szemben bebizonyítja, hogy a földi délkörök a sarkoknál laposabbak. Gyakorlatibb bányászok *Mikoviny* működését túl elméletinek tartják, aki hallgatóit „szükségtelen matematikai spekulációkkal" terheli. Munka közben — a Vágot szabályozva — éri a halál 1750-ben.

Mikoviny Sámuel kora egyik legnagyobb mérnök-polihisztora. Élete végéig úgy cselekszik, ahogy 1732-es munkájában írja „ne legyen Magyarországhoz méltatlan, amit csinál".

Legjobb tanítványai közül elég *Hell József Károly* főgépmester nevét említeni, aki 1749-ben először alkalmaz vízoszlopos hajtógépet himbás bányaszivattyú mozgatására, 1753-ban pedig, *della Porta, Giovanni* egyik gondolatának megvalósításával először emel sűrített levegővel vizet a bányából és e két találmányával beírja nevét a technika történetébe.

A növendékek számát az alapításkor 8-ban szabják meg, ez a szám később a szükség szerint nő és 1755-ben már 22. A növendékek törekvésének fokozására, *waldai Multz György* szomolnoki bányafelügyelő javaslatára 1747-ben versenyvizsgákat rendszeresítenek, melyek során a növendékek a bányászat legjobb altisztjeivel és munkásaival mérik össze tudásukat és kézügyességüket a bányaműveléstan, a bányamérés, a kémlészet és a kohászat közül tetszés szerint választott egy, esetleg több vizsgatárgyban. Az egyes szaktárgyakban legkiválóbb hallgató jutalomban részesül, mely 15 dukát súlyú aranyérem és egy ezzel egyveretű ezüstérem. Az aranyérem helyett annak fémértékét a jutalmazott óhajára pénzben fizetik ki. A versenyvizsgák száma 1755-től az ércelőkészítéssel, a bányagépészettel és a pénzverészettel 7-re nő.

A XVIII. sz. derekán az a felismerés, hogy a Föld egyre szűkebben adja kincseit, nyilvánvalóvá tette, hogy a szegényebb bányatermékek feldolgozásához újabb, tudományos módszerekre van szükség. Ez a felismerés a kohászat és a kémia tudományát helyezi az előtérbe és ez vezet az iskolának 1763-tól 1770-ig tartó nagyarányú átszervezéséhez.

Az átszervezést 1758-ban megelőzi az iskola alapítása óta változatlan tanulmányrend módosítása : az első éves növendékek oktatásában — a bányagépészet és az erdészet oktatásának bevezetése mellett — a fősúlyt a kémlészetre, tehát lényegében a kémiára helyezik, „mely nélkül a bányászat terén eredményesen boldogulni nem lehet". Azt is előírják, hogy az elsőéves hallgatók minden héten legalább egy egész napot a laboratóriumban töltsenek.

Az átszervezést 1762 május elején *Peithner, Taddeüsnak*, a cseh legfelső pénzverő- és bányahivatal levéltárosának egy *Mária Teréziához* intézett beadványa indítja meg, amelyben az elméleti bányászati tudományok oktatásának bevezetését javasolja, Prágában. *Peithner* emlékeztetője annyira megnyeri az uralkodó tetszését, hogy részletes javaslatot kér tőle. *Peithner* be-

nyújtja egy bányászati akadémia tervét, amelyben a bányászathoz tartozó tudományokat négy osztályban (évfolyamban), a következő sorrendben javasolja oktatni:

Az I. évfolyamon a fizikát vagy a „földalatti természettant", egy jó gyakorlattal bíró bányaorvos („Bergphysicus") által, a következő részekkel: *a)* földalatti geográfia vagy a hegyek és telérjeik különböző tulajdonságai, *b)* mineralógia, vagy a földek, kőzetek, kövületek, ásvány- és ércfajták, és *c)* metallurgia vagy az ércek és fémek valamint vegyületeik ismerete.

A II. évfolyamon a bányaműveléstant, egy jó bányász szakember által, aki lehetőleg matematikus-mechanikus és jó földmérő is egyben, a következő albeosztással: *a)* a bányászathoz szükséges felszerelések és eszközök, *b)* a különböző bánya-, ércválogató-, zúzó- és mosómunkálatok, *c)* a bányagépészet és *d)* a bányamérés.

A III. évfolyamon a kohászatot, egy jólképzett kémlész által, aki egyben tapasztalt a kohászatban és az olvasztásban, a következő részekkel: *a)* a kémlészet, *b)* az ércek és az ásványok hasznosításához szükséges ismereteket, *c)* a fémek alakításának az ismerete („bányászati manufakturák"), és végül

a IV. évfolyamon a bányajogot, egy, az egész bányászatban és az országos jogban is jól meg alapozott szakember által. *Peithner* itt — méltán — magára gondolt.

A terv egy négy évfolyamos, négy professzoros (tanszékes) bányászati akadémia terve volt, amihez *Peithner* még egy jó könyvtár, egy jó ásvány- és kőzetgyűjtemény, egy gépmodellgyűjtemény és egy tökéletesen berendezett laboratórium felállítását tartotta elengedhetetlennek.

Peithner jól tudta, hogy egy ilyen méretű bányászati akadémia felállításához először oktatói kart kell nevelni, ezért, mint egy változatot a fokozatos megvalósítás első lépcsőjeként azt javasolta, hogy oktassák Prágában először csak a bányajogot, ami mellett a többi bányászati tudományt a professzor mellé beosztandó, a bányamérésben és a kémlészetben járatos oktatók csak főbb tételeikben demonstrálnák, addig, amíg ki nem nevelnék a szükséges számú szakembert a teljes tanulmányrend oktatásához.

A *Peithner* javaslatát megvitató bizottsági tárgyalás eredményeként *Mária Terézia* „de reproducto" 1762. december 13-án elrendelte, hogy *1.* Selmecbányán az összes örökös országai számára, az uralkodó költségére, egy gyakorlati tanintézetet kell felállítani. Azért Selmecen, mert ez a birodalomban erre a legalkalmasabb bányaváros, ahol a bányák, zúzók, kohók, űzők, kémlő laboratóriumok tökéletesen be vannak rendezve, és ezek mellett ott vannak a tűz-, víz- és léggépek, valamint a rudas művek is, amilyenek máshol nincsenek. Itt tehát minden található, amire a professzornak elméleti tantételei igazolásához, a növendékeknek pedig az elmélet gyors felfogásához szükségük van. Emellett a növendékeknek még arra is alkalmuk nyílik, hogy kémiát, amennyire ez a kohászatba vág, a mechanika mellett megtanulják. *2.* Elrendelte, hogy a prágai főiskolán tanítsák az elméleti bányászati tudományokat és tanárul kirendelte *Peithnert*, és *3.* elrendelte, hogy örökös országaiban minden filozófiai fakultáson a fiatalokat készítsék elő a bányászati tanulmányokra, azaz a fizikát — a természetfilozófiát — a bányászati tudományokra való tekintettel oktassák.

Az uralkodó e rendeletével megvetette az alapját a selmeci bányászati akadémiának és egyidejűleg elrendelte — mintegy jutalomként *Peithnernek* — Prágában a gyakorlattal semmiféle kapcsolatban nem levő elméleti bányászat-bányajog oktatását. Ez 1772-ben, amikor *Peithnert* a selmeci akadémián *Delius* utódjául a bányaműveléstan professzorává kinevezték, megszűnt.

1763. június 13-án kelt az az udvari kamarai rendelet, amely közli a selmeci főkamaragróffal, az iskola igazgatójával, az uralkodó elhatározását, amellyel a bányászat elméleti oktatását az alsómagyarországi szabad bányavárosokban elrendeli és a mineralógiában és az ehhez kapcsolódó tudományokban igen tapasztalt *Jacquin*, *Nicolaust*, mint a gyakorlati bányászat és a kémia professzorát, évi 2000 forint — igen magas — fizetéssel kinevezi. Egy évvel később egy másik rendelet már bányatanácsosnak és a kémia professzorának nevezi. (Tanszéki utódának, *Scopolinak* címe 1770-ben a metallurgia professzora.) A szövevényes fogalmazásban és a nem szabatos kifejezésekben eligazodni igen nehéz. A tanszék főfeladata kétséget kizáróan a mineralógián és a kémián alapuló kohászat oktatása volt, ezért tekintendő a tanszék, a szaktárgyakat téve előre, kohászati-ásványtani-kémiai tanszéknek.

Az első tanszék felállítását 1765-ben a bányagéptan-matematika-fizika, 1770-ben pedig a bányaműveléstani tanszék felállítása követi. Így előáll a hároméves tanulmányi idejű, három szaktanszékes főiskola, amelyet *Mária Terézia*, a harmadik tanszék-alapító rendeletében nevez először — a kor szóhasználatának megfelelően — Bányászati Akadémiának. A bányászat tudatosan választotta az akadémia nevet. Az egyetemek-főiskolák feladata a XVIII. sz.-ban az oktatás volt, az akadémiáké pedig a természettudományos kutatás. A Bányászati Akadémia mindkét feladatot vállalta, ezt juttatta nevében kifejezésre.

A selmeci Bányászati Akadémia nem Minervaként, készen pattant ki alkotója fejéből, hanem a szükség megkívánta alapos megfontolások eredményeként szervezték meg.

Az új akadémia tanterve, a tantárgyak tartalma, sorrendje, elosztása a három professzor közt, az első évek alatt alakul ki *Delius* 1773-ban megjelent tankönyve („Anleitung zu der Bergbaukunst") előszava szerint az 1772-ben megállapodott tanterv a következő: az I. évfolyamon a számtant és az algebrát, a geometriát, a trigonometriát, az aerometriát, a mechanikát, a hidraulikát és a hidrosztatikát („matematikai tudományok"). A II. évfolyamon a mineralógiát és a kohászati kémiát tanítják és ezek alapelveinek az alkalmazását a kémlészetre és az egész kohászatra. A III. évfolyamon pedig a bányaműveléstant

minden részével, az ezzel kapcsolatos bányamérés-tannal, a bányajogot, a bányászati kamarai ismereteket, valamint az erdészetet — amely a bányászat és kohászat számára rendkívül fontos — tanítják és pedig mindezt az elmélettel összefüggő gyakorlatban. Az oktatás minden évfolyamban elméleti és gyakorlati : a hét négy napján napi két óra elmélet, további két napján „és különben minden szabad órában" pedig gyakorlat. *Delius* szerint, mivel a bányászati tudományok egyik pillére a természettan, illetve ennek egyes részei, a másik pillére pedig a matematika, az első két évben ezek alkotják az oktatás alapját. Ez *Delius* szerint „új" akadémia fő megkülönböztetője a korábbi bányatisztképző iskolától.

A mai bányamérnöki és kohómérnöki karok tanszékei mind e három őstanszék valamelyikéből erednek, az alap- és a szaktudományoknak a fejlődéssel járó differenciálódása eredményeként.

A selmeci Bányászati Akadémia a korabeli műszaki tudományok legtöbbjét oktatja és bölcsője volt nemcsak a bányászati-kohászati, a geológiai és a kémiai tudományoknak, hanem a geodéziai és az erdészeti tudományoknak is. Színvonalára jellemző, hogy az egyéni, öntevékeny laboratóriumi oktatási módszere 1794-ben mintául szolgált a párisi École polytechnique alapításakor, amely iskola viszont példaképe lett a XIX. sz. elején alapított műszaki főiskoláknak. Ez az igazi egyetemi szellem súlypontja ma is, a szemináriumi-laboratóriumi munka, e természeténél fogva kis hallgatólétszámú karoknak kezdettől máig fő erőssége. Ezért volt nemcsak külsőleg minősítő, hanem a személyiséget belsőleg is formáló iskola.

A selmeci Bányászati Akadémia első, német évszázadában, 1867-ig egy egész birodalom iskolája volt. 1867-től magyar iskola, előbb Bányászati és Erdészeti Akadémia, majd Főiskola. 1919-ben Sopron hívó szavára Sopronban talált új otthont, ahol 1934-ben, az akkor már Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolát, a József Műegyetemmel egy szervezetben egyesítik, mint annak Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karát. 1949-ben a bánya- és kohómérnökképzés az erdőmérnökképzéstől elválik és az ekkor alapított miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem feladata lesz. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem így ma az ország két legrégibb és az egyik legfiatalabb műszaki egyetemi karainak az ötvözete.

Úgy tűnik, hogy a 200 éves évforduló kort zár le és új kort nyit. A selmeci iskola-ős, amelynek alapítási évével az első műszaki felsőoktatási intézmények közt a helye, az ipari forradalom gyermeke volt. Az új egyetem pedig az új világot formáló tudományos-technikai forradalom szülöttje. Ha ez fogja meghatározni a régi karok helyzetét az új környezetben, akkor azok mindig fiatalok maradnak.

Vivat, crescat, floreat Academia !

Egyesületi hírek

Egyesületünk elnöksége 1963. október 15-én ülést tartott. Az ülésen megjelentek dr. *Lévárdi Ferenc* elnök, *dr. Ember Kálmán, dr. Gagyi Pálffy András, dr. Gyulai Zoltán* alelnökök, *Óvári Antal* főtitkár, *Heinrich József, Árkos Frigyes* főszerkesztők, *dr. Pilissy Lajos* szerkesztő, *dr. Alliquander Ödön, Köves Elemér, Sáfár László, Tamásy István* szakosztályi elnökök, *Benedek Ferenc, Serfőző Iván, Vörös Árpád* szakosztályi titkárok, *Boday Gábor* könyvtáros, *Csák Tibor* titkár, *Varga Frigyes* főkönyvelő.

Az ülést *Lévárdi Ferenc* elnök nyitotta meg.

A napirend 1. pontját, a főtitkári beszámolót az egyesület 59. közgyűlése óta eltelt időszakban végzett munkáról *Óvári Antal* főtitkár ismertette.

A főtitkár beszámolt a taglétszám alakulásáról, amely szerint a taglétszám növekedés 300 fő. Az új tagokból aránylag sok a lemorzsolódás. A következőkben ismertette a nagyrendezvényeket, melyekről lapunk hasábjain részletesen beszámoltunk. Ezután a szakosztályok munkáját, a külföldi csoportos tanulmányutakat ismertette. Majd rátért a helyi csoportok munkájára ; kiemelve a dorogi, iszkaszentgyörgyi, pécsi, oroszlányi, diósgyőri, dunaújvárosi, ózdi, csepeli, a debreceni és a győri helyi csoportok jó munkáját. Ezután értékelte a szakosztályok munkáját, melyek közül különösen az egyetemi tanterv reformra kidolgozott javaslatokkal végeztek kiváló munkát. *Óvári Antal* főtitkár a MTESZ-szel való kapcsolatok ismertetése után a nemzetközi kapcsolatokról szólt. Beszámolt az egyesület anyagi helyzetéről. Bejelentette az időközben a titkárságunkon történt személyi változásokat.

A főtitkár jelentését, melyet előzőleg írásban is megkaptak az elnökség tagjai, részletes vita után az elnökség tudomásul vette. A vitában részt vettek *Boday Gábor*, dr. *Gagyi Pálffy András, dr. Ember Kálmán, Csák Tibor, Tamási István, Sáfár László, dr. Gyulai Zoltán, Árkos Frigyes.*

A napirend 2. pontjában *Köves Elemér* ismertette az igen kitűnően szervezett és jól sikerült Alumínium Konferenciát. Bejelentette, hogy a konferencia anyagát több nyelven is megjelentették, s említést érdemel a nagy érdeklődés, mely eddig a könyv iránt megnyilvánult.

A napirend 3. pontjaként *Óvári Antal* főtitkár előterjesztette a döntésre váró javaslatokat, melyek a következők voltak : az elnök helyettesítésének sorrendje ; a szerkesztő bizottságok névsora a szakosztályok javaslata szerint ; az oktatási, érem, alapszabálymódosító, külügyi és társadalmi bizottságok vezetőinek kijelölése - az aranydiplomások névsora és jutalmazása ; a helyi csoportok vezetőségének megválasztása ; a jövő évi Kossuth-díjasok javaslattétele ; a baráti országok társegyesületeivel való együttműködés ; az 1964. évi csoportos tanulmányutak ; az 1964. évi nagyrendezvények.

A főtitkári javaslatokhoz *Serfőző Iván, dr. Gagyi Pálffy András, dr. Ember Kálmán, Sáfár László, dr. Alliquander Ödön* szóltak hozzá.

Ezután a 4. napirendi pont következett, melybe a bejelentések, javaslatok tartoztak. Ezek közé tartoztak a Kőolaj és Földgáz című lap indítása, a XXX. Nemzetközi Öntődei Kongresszuson való részvétel, a 200 éves Selmecbányai ünnepségeken való részvétel, a vaskohászati szakosztály megüresedett titkári teendőinek ellátása.

Á. F.

A samott- és korundbázisú tűzállóanyaggyártás műszaki fejlesztési gyakorlatai

Dr. LŐCSEI BÉLA

DK 666.7/9:549.516.002.2

I. Bevezetés

Az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet Üvegipari Tagozata, melynek feladatát képezi az üvegipari tűzállóanyagok fejlesztésének kutatása is, világviszonylatban új, nagyjelentőségű, a jelenleg ismerteknél jobb tulajdonságokat mutató különleges mullit-, illetve korundbázisú tűzállóanyagok előállítását dolgozta ki laboratóriumi és félüzemi méretben. Egyes cikkek kísérleti gyártása már üzemi méretben is igazolta a korábbi eredményeket.

A fluorkémia egyre nagyobb jelentőségét igazolják azok a vizsgálatok, amelyek az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid, valamint kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) rendszerek reakciókinetikájának tisztázására irányultak. Ezen belül elsősorban a mullit és korund kialakulásához vezető folyamatok mechanizmusával foglalkoztunk.

2. A gyártási eljárás fejlesztésének elméleti alapjai

A vizsgálatok a mullit szintézis új lehetőségének keresését jelentették. A széleskörben lefolytatott vizsgálatok az alábbi elméleti megállapításokat tették lehetővé :

1. Az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid reakciójának vizsgálatával kapcsolatban kimutatásra került, hogy az eddigi ismeretektől eltérően 600 C° alatti hőmérsékleten, különösen akkor, ha a rendszerben víz is van, de már a levegő nedvességtartalmának hatására is, amorf, jelenleg még definiálatlan összetételű, alumíniumfluorszilikát képződéssel indul a reakció. Ezt gravimetrikus és röntgen vizsgálatokkal igazolták. A termikus kezelés hatására az alumíniumfluorid vonalak fokozatos eltűnése és az alumíniumfluorid hidrolízisekor egyébként szokásos új, változó fluor-tartalmú kristályos fázis, — alumíniumfluorid — kialakulásának elmaradása az amorf fázis létét indokolja. Az alumíniumfluorid ugyanis szilíciumdioxid jelenléte nélkül minimális nedvesség jelenlétében is hidrolizálhat a kérdéses hőmérséklet-tartományban és definiált vonalas röntgenképet adó alumíniumfluoridok kialakulását eredményezi.

A mullithoz vezető, az alumíniumfluorid — szilíciumdioxid reakció alapján fölállított hipotetikus sztöchiometria :

$$12\,AlF_3 + 13\,SiO_2 \rightarrow 2(3\,Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2) + 9\,SiF_4,$$

ill.

$$4\,AlF_3 + 4\,SiO_2 \rightarrow 2\,Al_2O_3 \cdot SiO_2 + 3\,SiF_4$$

A tényleges folyamat ennél jóval bonyolultabb, mert azt részben az alumíniumfluorid hidrolízise, részben pedig a $SiF_4 + H_2O$ rendszernek a hőfoktól függő egyensúlya befolyásolja. A szilíciumtetrafluorid fejlődés 580 C° alatt alig mutatható ki. 580—700 C° között a hőmérséklet emelkedésének és a hőkezelési idő növekedésének arányában fokozódik. 700 és 900, esetleg 1050 C° között a reakció gyakorlatilag azonos egyensúlyi helyzetig halad előre. 600 C° felett a röntgenvizsgálatok szerint topáz-szerű alumíniumfluorszilikát képződik. Ennek a stabilitása 900, illetve 1100 C°-ig terjedhet. Az alumíniumfluorszilikát stabilitási hőmérséklete felett újabb aktivált állapot alakul ki, amely egyben a mullitképződés megindulását jelenti. A topáz szilíciumtetrafluorid fejlődés közben mullittá alakul. A mullit akkor is topázfázison keresztül képződik a röntgenvizsgálatok igazolása szerint, ha az anyag hőkezelése közvetlenül a stabilitási hőmérséklet felett kezdődik.

2. H_2O jelenlétében olyan alumíniumfluorszilikát alakul ki, amelynek átalakulása mullittá már 900 C°-on megindulhat. A szilíciumdioxid módosulatok között a kvarcüveg és a krisztobalit a legreakcióképesebb. Kristályvíz tartalmú alumíniumfluorid jelenlétében velük képződik a legkisebb hőmérsékleten mullit.

3. H_2O-mentes közegben olyan alumíniumfluorszilikát képződik, melyből szilíciumtetrafluorid csak 1050 C° felett fejlődik és egyben a mullitképződés is csak e hőmérséklet felett indul meg. A H_2O jelenlétéből, illetve kiküszöbölésből következő különbség csak az irodalomból ismert hidroxil-topáz képződésével magyarázható. Ez a víztartalmú közegben szintetizált alumínium-fluorszilikátok kisebb fluortartalmával igazolható. A mullitképződés megindulását csak az alapanyagok H_2O-tartalma, illetve a topázfázis kialakulásakor jelenlevő H_2O, vagyis végső esetben a topáz hidroxiltartalma befolyásolja.

Az alumíniumfluorszilikát stabilitási tartományán belül víztartalmú közegben sem hidrolizálható, így a mullitképződés sem indítható meg kisebb hőmérsékleten, mint amit a topáz hidroxiltartalma definiál. A hidroxiltartalom növekedtével kisebb hőmérsékleten meginduló mullitképződés feltételezhetően a hidrogénfluorid mineralizációs hatásával magyarázható. A hidroxiltartalmú topáz dekompozíciója közben ugyanis hidrogénfluorid képződhet.

4. A mullitot adó sztöchiometriánál nagyobb alumíniumfluorid-tartalmú olyan reakciókeverékből alumíniumfluorszilikát képződik, melynek alumíniumoxid tartalma nagyobb, mint az irodalomban ismertetett topázféleségeké. Ezek között olyan is található, amelyekben a szilícium és fluor aránya megegyezik a szilíciumtetrafluorid sztöchiometriájával, vagyis ezek fluor-szilíciumdioxid aránya nagyobb, mint az irodalomban található topázféleségeké. Ezekből az alumíniumfluorszilikátokból 800 C° felett szilíciumtetrafluorid távozása közben dekompozíció útján tiszta korund képződik difrakciós röntgenvizsgálatok igazolása szerint. Az átalakulás 1100 C°-on fejeződik be analóg módon az alumíniumfluorid hidrolíziséből

képződött alumínium oxifluoridnak korunddá való átalakulásával.

5. A kaolinit és alumíniumfluorid reakciója 300 C°-on indul meg az alumíniumfluorid hidrolízisével analóg körülmények között.

A reakció a kaolinit és alumíniumfluorid arányától függően 600 C°. alatt változó fluortartalmú új fázis kialakulásához vezet. A reakció az alábbi két határegyenlet közötti folyamatnak fogható fel :

$Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4\ AlF_3 — Al_2Si_2O_5(OAlF_2)_4 + 4\ HF$ és

$Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4AlF_3 + 2H_2O — Al_2Si_2O_4(O_3Al_2F_2) + 8HF$

a folyamat kváziegyensúlyi állapotig halad. Az új fázis a metakaolinittől abban különbözik, hogy szerkezetében több az alumínium-ion és amellett fluort is tartalmaz. Az első esetben korund, a másodikban mullit a reakció végállapota.

6. A kaolinit és alumíniumfluorid reakciója a két anyag arányától függően a mullit és korund végtermékig halad. A kaolinit és alumíniumfluorid rendszerben lezajló mullithoz vezető fő folyamatot az alábbi sztöchiometriával jellemezhetjük :

$5Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 8AlF_3 — 3(3Al_2O_32SiO_2) + 8HF + 6H_2O + 4SiF_4$ vagyis 1,0 : 0,52 kaolinit-alumíniumfluorid arány, vagy

$Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 2AlF_3 — 2Al_2O_3SiO_2 + H_2O + 2HF + SiF_4$ 1,0 : 0,65 súlyarány.

A fő folyamatokat H_2O jelenléte befolyásolja az alábbi mellékreakciók következtében :

Az alumíniumfluorid hidrolízisének előrehaladása alábbi három egymás mellett lefolyó reakció egyenlet következtében alakul ki a hőmérséklettől és az időtartamtól függően :

$$2AlF_3 + H_2O \rightarrow Al_2OF_4 + 2HF$$
$$2AlF_3 + 2H_2O \rightarrow 2AlOF + 4HF$$
$$2AlF_3 + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 6HF$$

Ezenkívül a

$$SiF_4 + 2H_2O = SiO_2 + 4HF$$

hidrolízis reakciónak a hőmérséklettől függő egyensúlya következtében.

Dinamikus vizsgálatok szerint a reakció három aktiválási szakaszon át jut el a végállapotig. Az aktiválási szakaszok 500—600, 750—800 és 950—1000 C° hőmérséklet közben jelentkeznek. Ezek helyzete függvénye a vizsgálat folyamán alkalmazott termogradiensnek. Statikus vizsgálatkor, mialatt az egyensúlyi állapot a vizsgálat közben folyamatosan kialakul, az aktiválási szakaszok az alábbi hőmérsékletközökben jelentkeznek : 400 és 500, 560 és 650, 800 és 960 C° között.

7. Megállapítást nyert, hogy a mullitképződés az alumíniumfluorid és kaolinit rendszerben a termogradiens, illetve a közbenső egyensúlyi (kváziegyensúlyi) állapotok kialakulásától függően változó hőmérséklet feltétel mellett indul meg. Ha az amorf állapot kialakulása megtörténhet, a mullit a topáz fázis elmaradása mellett közvetlenül képződik. Ha 450—600 C° közötti tartományban az amorf fázis csak részben alakul ki, 600 C° feletti hőmérsékleten topáz és mullit egymás mellett képződik. Az amorf fázis kialakulásának mértékétől függően alakul a mullit mennyisége. Az amorf fázis kialakulásának teljes elmaradásakor a mullit topázfázison át képződik, amelynek átalakulása a kaolinit-alumíniumfluorid rendszerben 800 C° fölött indul meg statikus vizsgálatok szerint.

8. Az amorf állapot röntgenfelvételekkel igazolt kialakulása és a minták fluortartalma valószínűvé teszi azt, hogy AlF_2^+, illetve $Al_2OF_2^{2+}$ csoportok épülnek be a metakaolinit szerkezetébe. Ez a beépülés és az amorf fázis kialakulása alátámasztja a metakaolinit létezését is. A 450 és 600 C° között kialakuló amorf anyag kvázistabil állapotban van, amely az adott tartományban az expozíciós idő meghosszabbítása után további szilíciumtetrafluorid fejlődés mellett részben mullittá alakul. A mullitképződés megindulását jelző alsó hőmérséklet határ 480±20 C°.

9. Megállapítást nyert, hogy a kaolinit és alumíniumfluorid rendszerben is képződik olyan alumíniumfluorszilikát féleség, melynek alumíniumoxidtartalma, illetve a szilíciumdioxid-tartalomra vonatkoztatott fluortartalma nagyobb, mint az eddig ismert topázféleségeké. E topázszerű anyagból 800 C°-on indul meg a korundképződés és 1100 C°-on fejeződik be.

Az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid, illetve kaolinit rendszerben végzett kinetikai vizsgálatok azt bizonyítják, hogy fluoridos rendszerben kedvezőbb hőmérsékleti és sebességi paraméterek mellett képződik mullit, mint oxidos rendszerben. Amíg oxidos rendszerben 1400 C° felett, alumíniumhidroxid-kovasavgél rendszerben 900 C°, kaolinitből 900 C° felett, addig fluoridos rendszerben 460 C° felett indul meg a mullit kialakulása. Ehhez hasonló eredményt csak hidrotermális viszonyok között 700 kp/cm² nyomáson lehet elérni.

3. Az AlF_3-os gyártási eljárás eredményei

Ezen elméleti eredményekből és felismerésekből a következő tűzállóanyagipari fejlesztési lehetőségek vezethetők le :

1. Új tűzállóanyagok kidolgozása válik lehetővé.

2. Függetleníthető a tűzállóanyaggyártás a speciális tűzállóagyag minőségétől.

3. Csökkenthető a tűzállóanyaggyártás energia igénye.

4. Javítható az előállított mullit bázisú (samott,timfölddús samott) tűzállóanyagok minősége. Ez annál is inkább jelentős, mert egyre inkább növekszik az igény nagy tűzállóságú termékekkel, illetve a tűzállóanyagok tűzállóságával szemben.

5. Olyan új tűzállóanyag típusok előállítására van meg a lehetőség, amelyek lényegesen meghaladják a jelenlegi ismert speciális tűzállóanyagok fizikai és kémiai tulajdonságait.

6. Lehetővé teszi mindezen termékek előállítását gyengébb minőségű, pl. nagyobb Fe_2O_3-tartalmú tűzálló anyagokból is.

7. Előállítható korund nagy szilíciumdioxid-tartalmú bauxitokból száraz eljárással is.

8. Újabb felismerés az is, hogy már kis mennyiségű fluortartalom is igen kedvező hatást gyakorol a mullitképződés megindulására és sebességére is. Agyaghoz 2—4% alumíniumfluoridot vagy 1—2% hidrogénfluoridot adagolva, a mullitképződés 50—120 C°-kal kisebb hőmérsékleten megindul termikus analitikai vizsgálati viszonyok között. Ugyanakkor kimutatható, hogy a mullit kialakulásának sebessége is 20—40%-kal növekszik. Ez egyben azt is jelenti, hogy fluorid adagolással le lehet rövidíteni, illetve csökkenteni elsősorban az alumíniumoxid és szilíciumdioxid rendszeren alapuló, távolabb minden szilikáttartalmú tűzállóanyag tömörreégetésének idejét és hőmérsékletét. Erre a célra célszerűen hidrogénfluorid vagy alumíniumoxifluorid vagy alumíniumfluorid használható, mert egyéb fluorid adalékanyag csökkenti a tűzállóságot.

Változatlan égetési hőmérséklettel nagyobb tömörség és nagyobb égetési sebesség vagy változatlan tömörséggel az égetési sebesség növelésével nagyobb égetési kapacitás érhető el. Vagyis növelhető az előtolás, vagy a tűzvezetés sebessége. Ellenáramú lángvezetéskor beáll 700 és 1200 C°-os hőmérséklet közben egy *fluor egyensúly* és így a fluoradagolás mennyisége jóval a jelzett mennyiség alá is csökkenthető. Megelőző vizsgálatok azt is igazolják, hogy a kemence tűzállóanyagai felületi rétegben bekövetkező mullitdúsuláson, illetve korundosodáson kívül más változást nem szenvednek és így káros elváltozás nem megy végbe bennük. Alumíniumoxifluoriddal különösen *zárt ciklusként* működhet a kemenceegység.

A vizsgálatok alapján tételesen felsorolható, főleg új termékek az alábbiak :

1. Kis térfogatsúlyú, mikroporózus tűzálló, hőszigetelő anyag, amely nagy hőmérsékleten használható önálló szerkezeti anyagként is. Az anyag felhasználása két irányban biztosít igen kedvező felhasználási lehetőséget, amelynek gazdasági kihasználásai igen jelentősek :

a kemencék anyaghányadának csökkentése, jelentős energia megtakarítás.

Felhasználható olyan helyeken, ahol jelentős eróziós igénybevétel nincs. Tájékoztató műszaki adatok :

térfogatsúly 0,3—1,0 g/cm³
szilárdság 50—250 kg/cm²
terhelés alatti lágyuláspont 1500—1700 C°.

2. Tűzállóanyagipari, kerámiai, porcelánipari adalékanyagként előnyösen használható szintetikus mullit, 90—98% mullittartalommal.

A mullit összetétele megközelítőleg $2Al_2O_3 \cdot SiO_2$ összetételnek felelhet meg.

3. SK 35 feletti tűzállóságú 1,8—2,2 g/cm³ térfogatsúlyú, 500—1000 kg/cm² nyomószilárdságú anyag, melynek terhelés alatti lágyuláspontja 1500 és 1700 C° között beállítható (lágyulás kezdete). Az előállítás kedvező termikus feltételek mellett oldható meg. A maximális tűzállóságú anyag előállításához sem szükséges 1200—1450 C°-nál nagyobb üzemi hőmérséklet. Ez a tűzállóanyagok előállítására használt hőközlő berendezések élettartama szempontjából is jelentős körülmény.

4. Porózus égetett korund (95%-nál nagyobb Al_2O_3-tartalom). Az előállítási hőmérséklet 1200—1300 C°, a térfogatsúly 0,6—1,5 g/cm³ között változhat, a termék tűzállósága 1800 C° felett.

5. 98% Al_2O_3-nál nagyobb alumíniumoxid-tartalmú korund alapanyag, mely elektrokorund csiszolószemcse, illetve olvasztott tűzállóanyag előállítását teszi lehetővé közvetlenül bauxitból.

6. Tűzállóanyaggyártás céljára szabályozható mullittartalmú égetett adalékanyag előállítása samott formatestek gyártásához.

7. Igen kis lineáris zsugorodás következtében előállítható félszáraz, illetve nedves eljárással bonyolult alakú különleges tűzállóságú formatest.

A gyártási folyamatba bevitt alumíniumfluorid fluortartalma visszanyerhető. Erre már kidolgozott eljárás ismeretes. A visszanyert fluor visszavezethető a gyártási folyamatba, így a gyártási művelet alumíniumfluorid szükséglete az üzemi veszteség pótlására korlátozódik.

A gyártási folyamat értékes melléktermékeket is szolgáltathat : aktív kovasav, etilszilán alapanyag, kvarcüveg, vasoxidfesték alapanyag.

Agyagalapanyag korlátlanul áll rendelkezésre, mert gyakorlatilag bármilyen tűzállóagyagféleség megfelel. Az eredmények hasznosítása, illetve a gyártási eljárás kialakítása érdekében egy tűzállóagyag dúsító, illetve szintetikus mullitot vagy korundot előállító, lényegileg egy samottírozó üzemnek megfelelő objektumot kell létesíteni. Ezt kell kiegészíteni fluor visszanyerő berendezéssel. A samottírozó üzemben az előállítandó termék minőségi követelményeitől függő mértékben kell a rendelkezésre álló alapanyag mullittartalmát növelni, amelyet hazai tűzálló alapanyaggal lehet kötni. A gyártó üzemek gyártási módja, illetve berendezése változatlanul használható. A dúsító üzem másod- és harmadrendű alapanyagokkal is dolgozhat, a végtermék tulajdonsága a dúsított termék tűzállóságától, a kötőanyag tűzállóságától, a kötőanyag és dúsított termék arányától függ. Ezzel a módszerrel SK 35-ös tűzállóságú terméktől különleges termékekig bármilyen minőségű samott bázisú tűzállóanyag előállítható. A timfölddús samottokkal szemben azonos tűzállóságú, illetve terhelés alatti lágyuláspontú termékek évvel a módszerrel kisebb alumíniumoxid-tartalommal állíthatók elő. Ez elsősorban azzal a körülménnyel magyarázható, hogy a terhelés alatti lágyuláspont annál nagyobb egy adott Al_2O_3-tartalomra, mennél több Al_2O_3 van mullitfázisban kötve. Természetesen az olvadáspont csökkentő járulékos anyagok mennyisége is azonos szinten mozog.

Összefoglalás

Az agyagok és alumíniumfluorid reakciója kapcsán kedvezőbb termikus és idő feltételekkel — kisebb hőfokon és rövidebb idő alatt — képződik mullit, mint az oxidos rendszerben. Ez a különbség lehetővé teszi az alumíniumszilikátos tűzállóagyaggyártás nyersanyagbázisának kiszéle-

sítését, a késztermékek minőségének javítását kedvezőbb gazdasági mutatók mellett, mint az eddig ismert eljárásokkal. A fluorid mineralizációs hatása következtében növelhető a tűzállóanyagok égetési sebessége. Számos új speciális termék előállítására nyílik lehetőség.

IRODALOM

[1] *Eitel, W.:* The Phisical Chemistry of the Silicates. University of Chicago Press. Chicago, 1954.
[2] *Grofcsik, J.:* A kerámia elméleti alapjai. Akadémiai kiadó, Budapest, 1956.
[3] *Grofcsik, J.:* A mullit szerkezete, képződése és jelentősége. Akadémiai kiadó, Budapest, 1961.
[4] *Lőcsei, B. P.:* Silikattechnik 12, 356 (1961).
[5] *Lőcsei, B. P.:* Építőanyag 13, 166 (1961).
[6] *St Claire-Deville, H.—Caron, H.:* Compt. rend. Acad., Sciences 46. 767 (1856).
[7] *Reich, A.:* Monatsch, Chem. 17. 149 (1889).
[8] *Schober, R.—Thilo, E.:* Ber. d. dtsch. chem. Ges. 73. 1219 (1940).
[9] *Thilo, E.:* Kristallogr. 101. 345 (1939).
[10] *Thilo, E.:* UDR Patent No. 708, 566 (1938).
[11] *Penfield, S. L.—Minor, J. C.:* Kristallogr. 101, 345 (1939).
[12] *Brindley, G. W.—Nakahira, M.:* A kinetic study of the dehydroxilation of kaolinite. Clays and Clay Minerals Publication 566, 266 (1958).
[13] *Bradley, R. S.—Schröder, R. W.—Keller, W. D.:* J. Amer. ceram Soc. 23. 265 (1940).
[14] *Lőcsei, B. P.:* Nature 190, 907 (1961).
[15] *Lőcsei, B. P.:* Építőanyag 13, 405 (1961).
[16] *Sövegjártó, J.:* Bázikus kohászati tűzállóanyagok. Akadémiai Kiadó Budapest, 1960.
[17] *Stuckey, J. L.—Amero, F. F.:* J. Amer. ceram. Soc. 24. 82 (1941).
[18] *Lőcsei, B. P.:* Veszprémi Vegyipari Egyetem Közleményei, 6. 129 (1962).
[19] *Lőcsei, B. P.:* Acta Chim. Acad, Sci. Hung. 1962. megjelenés alatt.
[20] *Fenner, Cl. N.:* Amer. J. Sci. 35 (1938).
[21] *Náray-Szabó I.:* Szervetlen Kémia I. Akadémiai Kiadó Budapest, 1956. 136. 169. 475—476.
[22] *Földváriné-Kliburszki:* MTA Kém. Tud. Oszt. Közl. 5. 477 (1962).
[23] *Lőcsei, B. P.:* Acta Chim. Acad, Sci. Hung. 22. 1 (1962).

Egyetemi hírek

A volt selmecbányai Bányászati Akadémia első tanszéke, a Kohászati—Ásványtani—Kémiai Tanszék alapításának 200. évfordulója alkalmából a SZOT miskolci székházában szeptemberben rendezett ünnepi ülésen, *Monok Jánosnak*, a Borsodi Szénbányászati Tröszt igazgatójának elnöki megnyitója után, *dr. Gyulay Zoltán*, a Bányamérnöki Kar dékánja, „Az első főiskolai tanszék alapításának kezdetei" címmel, *dr. Horváth Zoltán*, a Kohómérnöki Kar dékánja „A kohászati tudományok oktatásának története főiskolánkon" címmel, *dr. Pojják Tibor*, az Ásvány- és Kőzettani Tanszék vezetője, „Az ásvány- és földtani tudományok oktatásának története főiskolánkon" címmel, *dr. Bognár János*, a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék vezetője pedig „A kémiai tudományok oktatásának története főiskolánkon" címmel tartott előadást.

Az ünnepség keretében a résztvevőknek lehetőségük volt az első tanszékből kifejlődött tanszékek megtekintésére.

A kétnapos ünnepséget — a Bükk előterének és a Mátra-hegység egyes képződményeinek tanulmányozására — tanulmányi kirándulás zárta.

*

A Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány *dr. Simon Sándor* egyetemi tanárt, a műszaki tudományok kandidátusát, a NME Vaskohászattani Tanszékének vezetőjét a Tudományos Minősítő Bizottság tagjává nevezte ki.

*

Dr. Horváth Zoltán egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora „Die Bestimmung der Wirtschaftlichen Stromdichte bei der Aluminiumelektrolyse" címmel előadást tartott, az 1963. IX. 30—X. 5. között Wiesbadenben megrendezett V. Nemzetközi Hőtechnikai Konferencián.

*

A Kohómérnöki Karra 1963. nyarán, ill. őszén az alábbi oktatókat nevezték ki: *dr. Berecz Endre* tanszékvezető egyetemi docens (Ált. és Fiz. Kém. Tanszék), *Antal Boza József* adjunktus (Tüzeléstani Tanszék), *Robonyi Andorné* adjunktus (Metallográfiai Tanszék), *Szepessy Andrásné* gyakornok (Fémkohászattani Tanszék), *Bedő Zsuzsa* gyakornok (Ált. és Fiz. Kém. Tanszék), *Pataki Mária* gyakornok (Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék), *Pintér Károly* gyakornok (Kohógéptani Tanszék). Megvált oktatói munkakörétől *Sólyom Jenő* tanársegéd (Metallográfiai Tanszék).

*

Gottwald Miloslav egyetemi tanár, az osztravai Bányászati Főiskola Hőátadás és Kemencék Tanszékének vezetője szeptemberben 10 napot a Tüzeléstani Tanszék vendégeként a Kohómérnöki Karon töltött.

*

A Kohómérnöki Kar rendezésében az ezévi őszi tanulmányutak során III. éves kohómérnökhallgatóink az Albertfalvai Földgázbontót, a Magnezitipari Vállalatot, a Dunai Vasművet, a Csepeli Vas- és Fémműveket és az Ásványolajfeldolgozó üzemet; IV. éves kohómérnökhallgatóink az Ózdi Kohászati Üzemeket, a Borsodnádasdi Lemezhengerművet, a Salgótarjáni Acélárugyárat, a Zagyvarónai Magyar Vasötvözetgyárat, és az Ajkai Fémtermia Vállalatot; V. éves kohómérnökhallgatóink pedig a Vasipari Kutató Intézetet, a Fémipari Kutató Intézetet, a Kőbányai Vas- és Acélöntödét, a Csepeli Vas- és Fémműveket, a Tatabányai Alumíniumkohót, az Almásfüzítői Timföldgyárat, a Lőrinci Hengerművet és a Dunai Vasművet látogatták meg.

*

Az I. évfolyam hallgatói, az 1963/64. tanév I. félévében már a reform tanterv szerint kezdték tanulmányaikat.

*

Sipos László és *Szakszon Mária* tanársegédek okt. 9—23 között a Német Demokratikus Köztársaságban tartózkodtak, ahol az oktatói csereegyezmény alapján, főleg a Freibergi Bányászati Akadémián folyó kémiai oktatást és tudományos kutatómunkát tanulmányozták.

*

Balsay István egyetemi tanár, a korszerű Siemens—Martin kemencerendszerek tanulmányozása céljából X. 28—XI. 2. között Csehszlovákiában tartózkodott.

Farkas Ottó

Hevítő mikroszkóp optikai állványon*

NEUPERT, MANFRED
VEB, Carl Zeiss, Jena (Német Demokratikus Köztársaság)

DK 535.822 : 536.4.002.612.3

Az olvadás olyan fizikai jelenség, amelynek során valamely rendszer szilárd állapotból folyékony halmazállapotba megy át. A kristályos felépítésű egyalkotós rendszerek (elemek, vegyületek) olvadása meghatározott hőmérséklettel, nevezetesen az olvadásponttal jellemezhető. Ezzel szemben a többalkotós rendszerek — amilyenekkel a nehéz- és a vegyiparban szervetlen vegyületek keveréke alakjában gyakran találkozunk — átmenete a szilárd állapotból a folyékony állapotba általában bizonyos hőmérséklet közben megy végbe. A megolvadás előtt gyakran más jelenségek is mutatkoznak, pl. gázfejlődés folytán felfúvódás, zsugorodás és lágyulás stb.

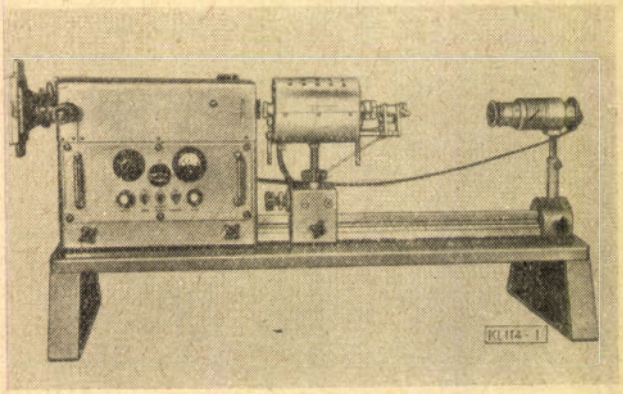
Már régóta kívánatos, hogy az ilyen keverékek olvadási viselkedését közelebbről megvizsgáljuk. Ugyanilyen régi a kutatóknak az az óhaja is, hogy megfelelő vizsgáló eljárás és berendezés álljon rendelkezésünkre. Amíg az ilyen követelményeknek eleinte még eleget tettek a legegyszerűbb szubjektív megfigyelési módszerek is, addig újabban már arra törekednek, hogy a vizsgálati eredmények bizonyító erejét optikai segédeszközökkel és a kísérleti jelenségek regisztrálásával növeljék.

Az ilyen vizsgálatokhoz használt mikroszkóp nagyítási mértékére általában nem támasztanak túlságosan nagy igényeket, minthogy arra kell törekedni, hogy a próbatestek méreteit minél nagyobbra választhassák és ezáltal a vizsgálat körülményei minél jobban megközelítsék a létrehozandó vagy ellenőrizendő folyamatokat. Természetesen minden esetben meg kell azt is vizsgálni, hogy ez a feltétel teljesíthető-e és milyen mértékben.

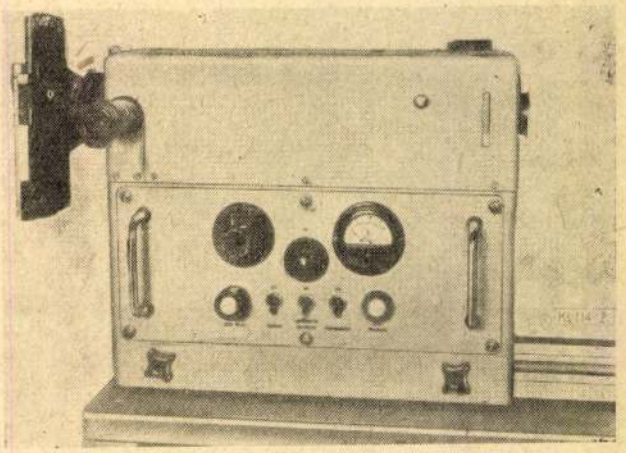
A szakirodalomban az utóbbi évtizedekben számos erre alkalmas készülék és műszer [1]—[7] vált ismeretessé. Létrehozásukkor többnyire azt tartották szem előtt, hogy széles körben legyenek használhatók. Ezt az általános irányelvet követi az alábbiakban részletesen ismertetett, Jenában kidolgozott, optikai állványon nyugvó hevítőmikroszkóp is, amely egy régebbi vizsgáló berendezés laboratóriumi továbbfejlesztéseképpen jött létre (részben együttműködve a Szilikátkohászat Hőtechnikai és Automatizálási Intézetével Jena-Burgbau[1]).

A hevítő mikroszkóp felépítése

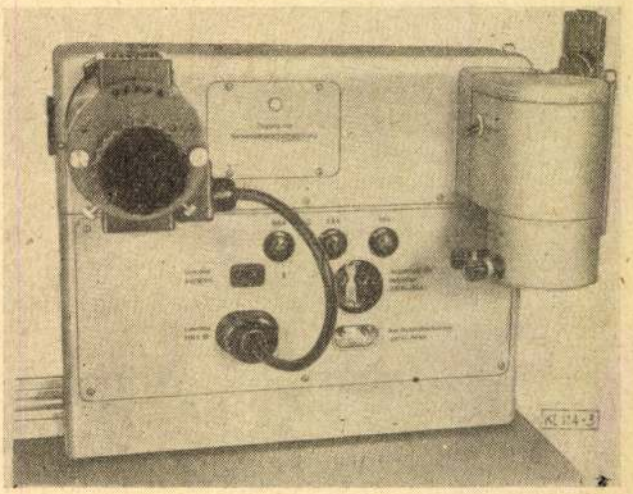
Az *1. ábra* mutatja a műszer elrendezését. Egyes főrészei — az alaptest, a vízszintes kemence és a 6V/30W erősségű, átesőfényes megvilágítást adó világítótest — háromélű sínen helyezkednek el, amely két támaszon nyugvó alaplapra van erősítve. Megkísérelték a korszerű ipari formatervezés alapelveit — lehetőleg zárt külső felépítés útján — megvalósítani. Ennek megfelelően az alaptest *(2. és 3. ábra)* magában egyesíti a szemlélő és fényképező berendezést, az összes világítótest áramellátására szolgáló kiegészítő villamos berendezéseket, a hőmérsékletet mérő forgótekercses galvanométert és a ráesőfényes megvilágításhoz használt HBO 50 gázkisülésű világítótestet.



1. ábra. Hevítőmikroszkóp optikai állványon



2. ábra. Az alaptest elölnézete



3. ábra. Az alaptest hátsó lapja

* Fordította Cseh Miklós.

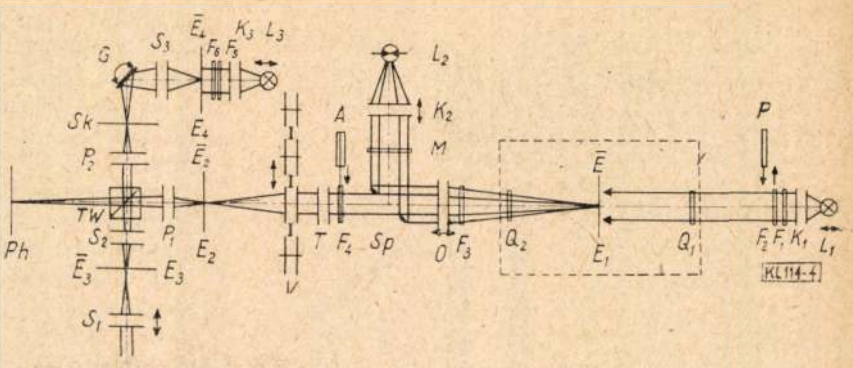
[1] Institut für Wärmetechnik und Automatisierung der Silikathüttenindustrie.

A villamos szerelékek betolható keretben foglalnak helyet, amely az alaptest alsó részét tölti ki. Ennek mellső oldalán felismerhetők a világítótestek működtetéséhez szükséges szerkezeti elemek, a hátoldalán pedig (3. ábra) a szükséges dugaszoló aljzatok, dugós csatlakozások és védő biztosítók kaptak helyet.

Az alaptest felső részén foglal helyet fény és por ellen védve a szemlélő és fényképező berendezés. A *4. ábra* vázlatosan bemutatja a szerkezeti felépítést. A mikroszkóp a hősugárzás ellen az F_3 szűrő által védett O objektívből, a T tubusrendszerből, a V nagyításváltóból, a P_1 vetítőrendszerből, a TW vertikális illuminátorból (sugárfelosztótestből) és az $S_1 + S_2$ beállító okulárisból áll. Az objektív a kép élességének finom beállítása céljából az optikai tengely irányában kb. 8 mm-rel elmozdítható. A nagyításváltó négy optikai rendszert egyesít magában, amelyek az optikai tengely irányába megfelelő revolverfejes rendszer segítségével felváltva beforgathatók. Ilyen módon a *Ph* fényképlemezen 4-szeres, 5-szörös, 6,3-szoros és 8-szoros leképezési lépték, illetve a beállító okulárisban 12,5-szeres, 16-szoros, 20-szoros és 25-szörös nagyítás jelentkezik. A 4-szeres leképzési léptékkel az áttekinthető tárgymező 4,5×9 mm. Az objektív, a tubusrendszer és a nagyításváltó az $E_1\bar{E}_1$ tárgysíkban elhelyezett próbatestről a közbenső $E_2\bar{E}_2$ képsíkban valódi képet alkot. A P_1 vetítőrendszer ezt a képet a TW vertikális illuminátor segítségével eljuttatja a *Ph* fényképlemez síkjába és a beállító okuláris közbenső $E_3\bar{E}_3$ képsíkjába. Ez $E_2\bar{E}_2$ síkban hálózatos kiképzésű okuláris-mérőlap található, amely megkönnyíti a vizsgálatok folyamán a próbatestek alakváltozásainak megfigyelését. Az $E_3\bar{E}_3$ síkban kialakult közbenső kép az S_1 lencsével megtekinthető, minthogy ez a sík kapcsolva van a fényképlemez síkjához, a kép élessége ellenőrizhető a beállító okuláris segítségével, amelyet a rövidlátó vagy távollátó szemhiba kiegyenlítésére dioptriabeosztású forgatható korrigáló berendezéssel láttak el.

A vizsgálati eredmények fényképes rögzítésére felhasználható akár a szállítmányhoz tartozó lemezkazetta *(2. ábra)*, akár bármely kisfilmes fényképezőgép, amely a jenai gyárban készített *MF* mikrofényképező berendezéshez csatlakoztatható.

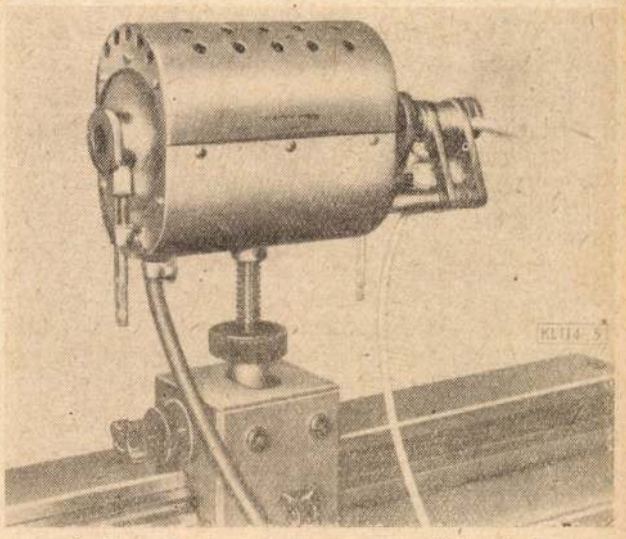
Nagyobb mérési sorozatok dokumentálásához különösen előnyös lehet, hogy a hőmérsékletmérés adata együtt regisztrálható a tárgy fényképével. Ennek a mérési adatnak a betükrözését oly módon végzik, hogy az S_3 rendszerrel (4. ábra) az $E_4\bar{E}_4$ síkban elhelyezkedő indexvonalat a galvanométer G tükrén át leképezzük a megfelelő osztású *Sk* skálára ; a P_2 rendszer mindkettőt együtt kivetíti a *Ph* fényképlemez síkjába, illetve az ehhez kapcsolt, a beállító okulárisban levő



4. ábra. Az optikai állványon nyugvó hevítőmikroszkóp vázlatos felépítése

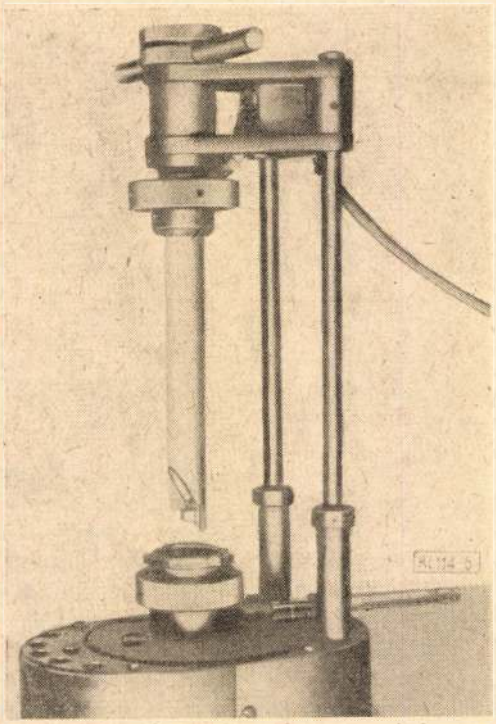
$E_3\bar{E}_3$ síkba. Minthogy a galvanométer tükre a kemencetérben kialakult hőmérsékletnek megfelelően kitér, elérhető a műszer célszerű kialakításával, hogy a hőmérséklet adata a képmezőben megjelenjék. Itt megvilágító rendszerként a 6V/15 wattos L_3 izzó szolgál a K_3 kondenzorral és az $F_5 + F_6$ szűrőkombinációval.

A ráeső fényben végzendő vizsgálatokhoz a HBO 50 égővel ellátott L_2 gázkisülésű világítótest használható a K_2 kondenzorral, amelynek fénye az *Sp* gyűrűstükrön és az *O* objektíven keresztül a vizsgálandó próbatestre esik. Az *M* mattüveg lehetővé teszi a tárgysík egyenletes megvilágítását.



5. ábra. A vízszintes kemence az állványával

A vízszintes hossztengelyű, villamos fűtésű kemence *(5. ábra)* — amelyet vízszintes kemencének nevezünk — kemenceállványhoz van kötve, ezzel függőleges irányban, valamint vízszintesen a műszer optikai tengelyére merőlegesen is mozgatási lehetőséget biztosít. A keramikus cső belsejében levő kemenceteret a Q_1 és Q_2 kémlelőablak zárja le (4. ábra) ; a mikroszkóphoz közelebb eső ablak cserélhető, hogy vizsgálat közben az ablakon keletkezett és a megfigyelést gátló esetleges gőzlecsapódások miatt a vizsgálatot ne kelljen megszakítani. A fűtővezeték nemesfémtekercsből áll.



6. ábra. A vízszintes kemence része, kihúzott preparátumtartóval

A *6. ábrán* látható a vízszintes kemence egyik része a kihúzott preparátumtartóval. A vizsgált próba a zsugorított korundból, platinalemezből vagy ömlesztett kvarcból készült tárgytartón nyugszik. A preparátum betolása után a fűtött teret a külső levegőtől pillanatzárral el kell zárni ; hasonló módon rögzíthető a mikroszkóp felé eső kémlelőnyílás. Ezáltal lehetőségünk nyílik bizonyos vizsgálatoknak a kívánt atmoszférában való végrehajtására, ami némely esetben előnyös lehet. A gáz bevezetésére és elvezetésére a kemence terével összeköttetésben álló kvarc-üveg csövek alkalmasak (5. ábra). Ilyen munkákhoz a kemence fölött célszerű elhelyezni a szellőztető berendezés elszívócsonkját, miáltal a megfigyelő személy egészségére káros hatások, amelyeket a kis mennyiségben távozó gázok okozhatnak, kiküszöbölhetők.

A hőmérséklet meghatározására DIN 43 710 szerinti PtRh—Pt hőelemet használunk, amelynek forrasztási pontja a próbatest közelében van (6. ábra). A termofeszültséget a szokásos kiegyenlítő vezeték adja át a forgótekercses galvanométernek. A legtöbb vizsgálathoz hideg kötéshelynek a galvanométer kapcsai tekinthetők, bár igen pontos mérésekhez fontos, hogy a hidegkötésnek pontosan meghatározott hőmérséklete legyen. A forrasztáshely és a szabad végek között fennálló hőmérsékletkülönbség okozta termofeszültség kitéríti a forgótekercses galvanométert és ezáltal a hőmérséklet adata a már ismertetett módon betükrözhető a képmezőbe.

A próbatestből és hőelemből álló együttes rendszerről azonban el kell mondani, hogy a hőmérséklet méréseket bizonyos módszeres hiba terheli, mert az érzékelőelem valamivel kisebb, mint a mérendő test. Ennek a mérési hibának nagysága pontosan ismert olvadáspontú anyagokon végzett hitelesítő vizsgálatokkal meghatározható, ilyen módon tehát ki is küszöbölhető. A hőmérsékletmérés pontossága az eddigi tapasztalatok szerint az egyedi mérésekre vonatkoztatva mintegy ± 15 C°.

A lovassal összekötött 6V/30W-os izzót áteső fényben végzett vizsgálatokhoz, de gyakran át nem látszó anyagokhoz is használjuk, mert a próbatest alakjának és méretének megváltozása különösen egyszerű módon felismerhető a tárgy árnyékának képén. Az izzó mellett rögzítve beépített F_1 hővédő szűrőn kívül (4. ábra) más F_2 fényszűrők is használhatók, ha ez valamely vizsgálathoz szükségesnek mutatkozik.

Poláros fénnyel is végezhetők kísérletek áteső fénnyel való megvilágítással. E célból a P polarizátorszűrőt csavarozzuk a fényforráshoz (4. ábra). Az A analizátort úgy illesztjük a fénysugár útjába, hogy az alaptest mellső oldalán (2. ábra) egy rudat kihúzunk, s ekkor az analizátor kerül az egyébként ott levő F_4 zöld színszűrő helyére. Az analizátor az alaptest felső lapján elhelyezett, indexszel ellátott mérődob segítségével fordítható el.

Hevítési kísérletek végrehajtása

Ha valamely anyagnak a közönségesnél nagyobb hőmérsékleten tanúsított viselkedését kívánjuk vizsgálni, annak néhány szemcséjét vagy a belőle sajtolt próbatestet a tárgytartóra helyezzük és ezt a zsugorított korundcső (6. ábra) e célra kiképzett helyére tesszük. Ilyenkor ügyelni kell arra, hogy a vizsgált anyag minél közelebb kerüljön a hőelem forrasztási helyéhez, amit azonban a kísérlet folyamán nem érinthet. Amikor a preparátumtartót betoltuk a kemencébe, a vízszintes kemencét a sínen az alaptest irányában mindaddig eltoljuk, míg a beállító okulárison a bekapcsolt 6V/30W-os izzó fényében a tárgy árnyékképe meg nem jelenik. A kép élességének finom beállítására az objektívet kell a már ismertetett módon elmozdítani. A kemence hőmérséklete szobahőmérséklettől 1600 C°-ig változtatható.

A próbatest felületén végbemenő jelenségek megfigyeléséhez a ráeső fénnyel való megvilágítást és e célból a 6V/30W-os égő helyett a HBO 50 világítótestet helyezzük üzembe. Ennek kigyulladásához, mint minden gázkisülésű fénycsőhöz kb. 2—5 percre van szükség. A fényforrás kondenzátorát mindaddig eltoljuk, amíg a próba képe a beállító okulárisban egyenletesen megvilágítva meg nem jelenik. Sokféle vizsgálat során legkedvezőbb megoldásnak látszik a ráeső és az áteső fényes megvilágítás kombinációja. Ebben az esetben a 6V/30W-os izzólámpa fénysűrűségét tompítószűrő beiktatásával csökkenteni kell.

Amikor bekapcsoljuk a hőmérsékletmérő rendszer megvilágítását, a hőmérséklet indexe betükrözés útján megjelenik a képmező hőmérséklet skáláján. Ezt az indexet a hőelem hideg és meleg kapcsának azonos hőmérsékletén a galvanométer tetején levő állítócsavarral beszabályozzuk arra a hőmérsékletre, amely a későbbi munka során a hideg kapocs hőmérséklete lesz.

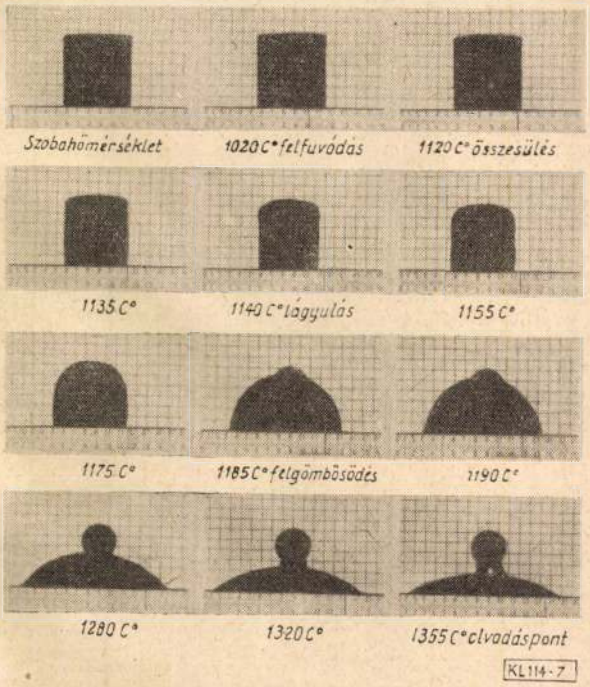
A megvilágítási idő — 4 : 1 nagyítási léptékre vonatkoztatva — áteső fényben végzett fényképezéskor 1/5 és 1/25 mp között változik ; ráeső fényben és kombinált megvilágításkor 1/4 és 2 mp közötti idő szükséges.

A szokványos szállítmányhoz a vízszintes kemence fűtőtekercsének táplálása céljára nem tartozik külön szabályozó transzformátor, erre bármely kereskedelmi típus használható, amely kb. 10 A-ig terhelhető kb. 70 V szekundér feszültség mellett.

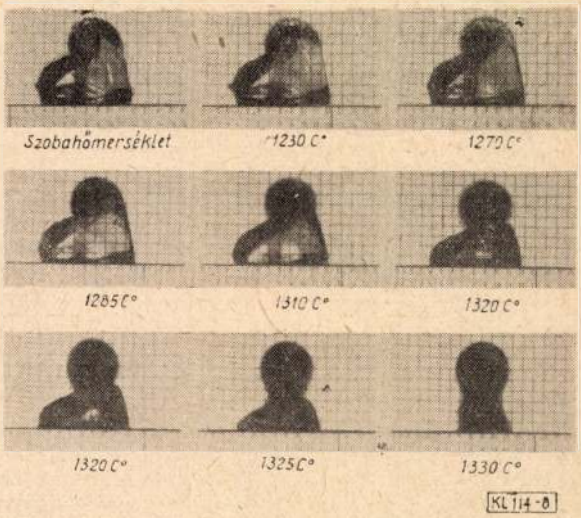
A kísérlet eredményeinek fényképes rögzítéséhez az igénybe vett fényképező berendezéstől függően mikrolemezek vagy 17° DIN érzékenységű emulziók használhatók (lemezek, síkfilm, kisfilm).

A hevítő mikroszkóp használata

Az anyagok olvadási viselkedésének vizsgálatára alkalmas, hasonló jellegű műszerek kidolgozásához a legerősebb ösztönzést a tüzelőanyagok kémiája adta, ezért bizonyára ez a hevítőmikroszkóp legfontosabb használati tere [2], [8]. Vizsgálhatók szilárd tüzelőanyagok, tehát túlnyomóan kő- és barnaszenek, amelyek a szerves szénvegyületeken kívül kisebb-nagyobb hányadban szervetlen anyagokat is tartalmaznak, amelyek az elégés után is megmaradnak és hamut adnak. Könnyen belátható, hogy a tüzelőberendezések tartós üzemében nemcsak a szerves vegyületek viselkedése, hanem a hamué is jelentősen hat az elégési folyamatra és ezáltal az energia hasznosítására is. A hevítőmikroszkópok ilyen téren való használatának fontosságát mutatja az is, hogy néhány országban már hosszabb ideje szabványosított vizsgálati előírások létrehozásával



7. ábra. Az olvadási folyamat valamely tüzelőanyag oxidáló atmoszférában végzett vizsgálata közben. Megvilágítás áteső fénnyel, a nagyítás léptéke a negatívon 4 : 1, megvilágítási idő 1/15 s



8. ábra. Báriumfluorid olvadási folyamata argon védőgáz-atmoszférában. Kombinált megvilágítás, a nagyítás léptéke a negatívon 6,3 : 1, megvilágítási idő 1/4 s

arra törekszenek, hogy megállapítsák a szenek összehasonlítható anyagi jellemzőit [9]. Az ilyenkor felmerülő problémák jellemzésére a *7. ábrán* mutatunk be néhány felvételt egy barnaszén hamujának olvadási viselkedésének vizsgálatából, amely a DIN 51 730, ill. TGL 14 485 tervezet szerint készült. Közelebbi részletezés nélkül megállapítható, hogy az olvadási folyamat egyes szakaszai — zsugorodás, lágyulás, megolvadás, szétfolyás — kellően pontosan megkülönböztethetők.

A hevítőmikroszkóp eme fontos különleges használatán kívül általánosan is segítséget nyújthat különféle zsugorodási és olvadási folyamatok megfigyeléséhez és regisztrálásához, ami előnyös lehet az üveggyártásban, a kerámiai és vegyiparban [10]. További felhasználás lehetőségének igérkezik üveg-üveg és üveg-fém kötések hevítés közben, poláros fényben tanúsított viselkedésének vizsgálata [11]. A szakirodalomban azonkívül arról is olvashatunk, hogy a hevítőmikroszkóp felhasználható az ötvözetekből izolált szövetelemek tulajdonságainak kutatásában is [12].

A hevítőmikroszkóp ilyen téren való felhasználásának szemléltetésére a *8. ábrán* egy másik olvadási folyamat regisztrálását mutatjuk be, mégpedig a báriumfluorid olvadáspontjának meghatározását. Az oxidáló atmoszférában való hevítés közben e vegyület elbomlásának megelőzésére a kísérlet folyamán argont kellett a kemencetérbe vezetni. A 7. és 8. ábrához itt meg kell említenünk, hogy a próbák szétfolyása után a háttérben mindig a hőelem forrasztási pontjának árnyékképe jelent meg.

IRODALOM

[1] *Bunte, K.—Baum, K.:* Gas- und Wasserfach, 71 (1928), 6. sz. 125—126. o.
[2] *Radmacher, W.:* Brennstoff-Chemie, 30 (1949), 21—22. sz. 377—384. o.
[3] *Metz, A.:* Radex-Rundschau, 1959. 4. sz. 612—616. o.
[4] *Müller, H.—Bätz, O.—Biehl, N.:* Silikattechnik 10 (1959) 4. sz. 204—208. o.

[5] *Hübsner, M.—Löffler, W.:* Silikattechnik 10 (1959) 4. sz. 180—183. o.
[6] *Lambertson, W. A.—Lewis, G.:* Journal of the Elektrochem. Society, 106 (1959) 2. sz. 124—126. o.
[7] *Brenden, B. B.—Newkirk, H. W.—Bates, J. L.:* Journal of the American Ceramic Society, 43 (1960) 5. sz. 246—251. o.
[8] *Schor:* Energie, 8 (1961) 1. sz. 7—9. o.
[9] Egyesült Államok: ASTM D 271/33; Nagy-Britannia: BS 453/1932; Hollandia: NEN 1289; Németország: DIN 51730 és TGL 14485 (tervezet).
[10] *Gugel, E.—Czedik-Eysenberg, F.:* Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 105 (1960), 165—175, 201—210, 337—346. o.
[11] *Engel, F.:* Leitz-Mitteilungen für Wissenschaft und Technik, 1 (1960) 5. sz. 136—139. o.
[12] *Malissa, H.:* Talanta 3 (1959) 97—102. o.

Born Ignác emléktábla-leleplezés Szklenón*

Augusztus utolsó szombatján, Selmecbánya közelében fekvő Szklenó fürdőn ünnepélyes keretek közt leplezték le *Born Ignác* (1742—1791) európai hírű bányász-kohász és természettudós emléktábláját. Az emléktáblát a ziari (garamszentkereszti) alumíniumkohómű igazgatósága készíttette *Petra, András* akadémiai szobrásszal, a Körmöci Állami Pénzverő érdemes művészével s helyeztette el a szklenói Partizán-üdülő falán.



1. ábra. Born Ignác emléktáblája Szklenó-fürdőn

Az emléktábla tizenegy sorban utal *Born Ignác* bányászati és kohászati érdemeire, elsősorban arra, hogy 1786-ban Szklenón megépített kohójában az európai és tengerentúli országok legjelesebb bánya- és kohótechnikusainak bemutatta foncsorozó (amalgámozó) eljárását, amelyet 1557 óta ismertek és különösen Amerikában alkalmaztak.

A foncsorozás lényegében abban állt, hogy az aranyat és ezüstöt érceikből minden más reagens nélkül higannyal vonták ki, melyet elpárologtatva és lecsapva újból felhasználtak. Az eljárást Európában *Born Ignác* vezette be először „lényegesen megjavítva az addigi gyakorlatot azzal, hogy az érceket és kohótermékeket klórozó pörkölléssel készítette elő a foncsorozáshoz. A szklenói foncsorozómű bemutatásával kapcsolatban, 1786 nyarán a bányászat és kohászat hazai és külföldi legjelesebb reprezentánsai négyhetes találkozót adtak egymásnak Szklenón. Összejövetelüket a világ első bányász-kohász kongresszusának kell tekintenünk, hiszen ezen az összejövetelen alakították meg 1786 szeptemberében az első nemzetközi bányászati egyesületet, „Societät der Bergbaukunde" néven. Az egyesület kilenc pontba foglalt alapszabályzata célul tűzte ki összegyűjteni s tudományosan feldolgozni mindazt, ami a bányászat fejlesztését szolgálja, hogy azt a tagok hazájukban az emberiség és országuk javára felhasználhassák. E szavak napjainkban több mint másfélszáz év múltán is tökéletesen hangzanak s egy nemzetközi műszaki egyesület célját és feladatát ma sem tudnánk egyszerűbben, szebben és nemesebben kifejezni!

Mindez a gyulafehérvári születésű, Bécsben élő, kitűnő *Born Ignác* nevéhez fűződik, ki sokat fordult meg hazai bányáinkban, elsősorban Selmecbányán. Itt 1770-ben *Poda Miklóssal* az ottani Bányászati Akadémia hírneves professzorával került szoros barátságba, kinek bányagépészeti előadásait 1771-ben könyvalakban is megjelentette „Kurzgefasste Beschreibung der Bey dem Bergbau zu Schemnitz in Nieder Hungarn errichteten Maschinen" címen.

A képben is bemutatott emléktábla egyébként — mint mondtam — *Born* érdemeit tizenegy sorba foglalva rögzíti éspedig a következőképpen:
„Ezen emléktábla Born Ignác rendkívüli érdemeire kíván emlékeztetni azért, mert bevezette a foncsorosítást, ami alkalmul szolgált ahhoz, hogy a Szklenó-fürdőn összejött nemzetközi természettudósok 1786 szeptemberében itt megalakították az első Nemzetközi Bányászati Egyesületet". „Készült 1963. augusztus 28-án abból az alkalomból, hogy a ŠCSR Ziari Kohóművében 10 év előtt először csapoltak alumíniumot".

Born egykor világhírű kohójának ma már helyét sem ismerjük, de most 177 év múltán leleplezett emléktáblája talán évszázadok múltán is hirdetni fogja érdemeit s a pompás fenyvesekkel koszorúzott kies szlovák fürdőhely, Szklenó nevét, ahol 1786-ban a világ legjelesebb bányászai és kohászai találkoztak, hogy megismerkedjenek *Born* találmányával s megalakítsák a világon az első Nemzetközi Bányászati Egyesületet.

Dr. Faller Jenő

* Az emléktábla-leleplezésről részletesen szólnak a Ziara Szocializmu és a Hutnik Mieru című szlovák hetilapok 1963. évi 37. számaikban megjelent idevonatkozó beszámolók. Az emléktábla fényképét *Kríz, Józef* a selmecbányai Bányászati Múzeum igazgatójának szívességéből közölhetem.

Helytelen — **helyes**

„A hűtővíz a rekesz egyik felső sarkán lép be *kettő* teljes és *kettő* nyolcad sinusgörbeszerű mozgási út bejárása után az ellenkező sarkon távozik."

Nagyon papírosízű ez a mondat, s hogy ilyen, annak a benne kétszer is — de nem *kettőször!* — előforduló *kettő* számnévi jelző az oka. A *kettő* ugyanis kétkulacsos — megint csak nem *kettőkulacsos!* — szó magyarban. Ha állítmányként használjuk, valóban *kettő* alakot ölt, jelzői szerepben azonban nem *kettő*, hanem *két* a szabályos formája. Sajnos, a *kettő* a szaknyelvekben és a köznyelvben egyaránt kezdi kiszorítani a melléknévi *két* alakot. Ilyeneket olvashatunk: *kettő* dolgozónk, *kettő* napirendi pont, *kettő* darab állvány. A *két* helyett a *kettő* csak az élőszóban fogadható el, ott is csak akkor, ha fennáll a *hét*-tel való összetévesztés lehetősége. Az idézett mondatot tehát így javíthatjuk, egyúttal elsimítva egyéb más egyenetlenségét is:

„A hűtővíz a rekesz egyik felső sarkán lép be, s **két** teljes és **két** nyolcad sinusgörbeszerű út bejárása után az ellenkező sarkon távozik." *Dr. G. L.*

A jénai Usomat ultrahangos anyagvizsgáló készülék*

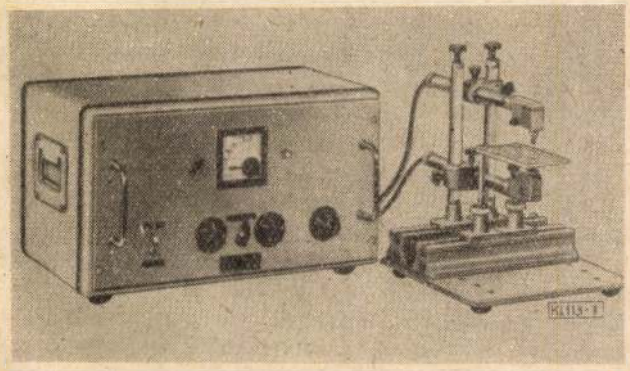
VOSAHLO, HANS
VEB, Carl Zeiss, Jena (Német Demokratikus Köztársaság)

DK 620.179.16 Usomat

A roncsolásmentes anyagvizsgálat ultrahangos módszerei közül kétségtelenül az impulzusvisszhang eljárás a legsokoldalúbb és a vizsgálat eredményeként kimondható ítélet tekintetében is a legegyértelműbb. Széleskörű elterjedését és nagyfokú tökéletesedését is e tulajdonságai magyarázzák [1].

Vannak azonban olyan vizsgálati tárgyak is, amelyek a hangátsugárzásos vizsgálatot követelik meg. Ezekhez tartoznak többek közt a különböző anyagösszetevők között levő mindenféle kötések, úgymint a fémbevonatok (plattírozások), forrasztások, ragasztások, s ugyanígy a kistömegű alkatrészek is. Az impulzusvisszhang eljárás az elsőhöz azért alkalmatlan, mert a felsorolt jellegű kötések elvileg akkor is mutathatnak visszhangjelet, ha hibamentesek, a kicsiny alkatrészek vizsgálatakor pedig az eljárás időre vonatkozó felbontóképességének gyakorlati határai következtében válik használhatatlanná.

Az említett okokból az impulzusvisszhang elvén működő készülékeket hangátsugárzásra is alkalmassá teszik. Használatuk azonban az utóbbi üzemmódban egyáltalán nem gazdaságos. Az ultrahangnak a hangátsugárzáshoz szükséges impulzus modulációja, az ezzel járó lényegesen több elektroncső használata, valamint a különleges tartozékkészülékek (monitorok) — az esetben, ha a vizsgálat eredményének tárgyi alakban kell rendelkezésre állnia — tiszta hangátsugárzásos vizsgálathoz nem szükségesek. Erre a célra tehát különleges, folytonos ultrahanggal működő és ezért egyszerűbb készülékek kifejlesztése mutatkozik ésszerűbbnek. Ilyen az Usomat ultrahangos anyagvizsgáló készülék is *(1. ábra)*.



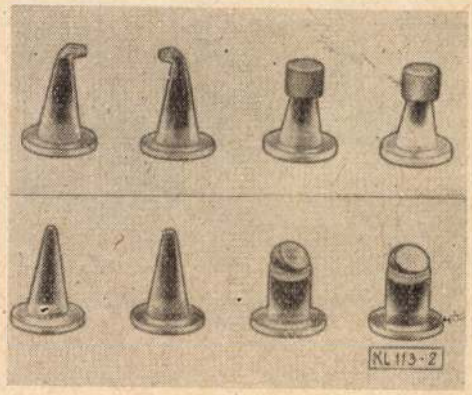
1. ábra. Az Usomat ultrahangos anyagvizsgáló készülék

Működés és felépítés

Az Usomat ultrahangos anyagvizsgáló készülékhez két, felépítésében hasonló vizsgálófej tartozik, amelyek vizsgálócsúcsai közé kell a vizsgált darab átsugárzandó részét helyezni.

Az egyik vizsgálófej nagyfrekvenciás generátorhoz csatlakozik és ultrahang adóként működik. Az általa keltett ultrahang intenzitása és frekvenciája állandó; a zavaró rezonancia hatások elkerülésére csak gyenge frekvencia modulációt használnak.

A másik, vevőként működő vizsgálófej, szabályozható erősítőhöz csatlakozik. Az erősítő kivezetésénél a szubjektív kiértékelés céljára mutatós műszert, a vizsgálat eredményének további befolyásmentes felhasználására pedig jelfogót építettek be. A jelfogó átkapcsolási pontját egy önkényesen választható kompenzációs árammal a mutatós műszer tetszőleges kitéréséhez beállíthatjuk, miáltal a vizsgálat eredményeinek megfelelő osztályozása (jó — nem jó) lehetővé válik.



2. ábra. Az Usomat különféle vizsgálócsúcsai

A vizsgálófejekbe különféle, a mindenkori vizsgálat feladatához rendelt vizsgálócsúcsok helyezhetők. Vannak egyenes és szög alatt letört, csuklós, valamint polimetilacrilátból és polisztirolból készített vizsgálócsúcsok *(2. ábra)*.

Az Usomat egyik különlegessége a vizsgálócsúcsok pneumatikus mozgatása. A vizsgálócsúcsokat dugattyúkhoz rögzítik, amelyek a vezérlő áramkört lábkapcsolóval vagy más villamos érintkeztetéssel zárva a vizsgálófejekből kilépnek. A mozgási folyamat sebessége és a vizsgálócsúcsok érintkeztetésekor keletkező nyomóerő a megkövetelt határokon belül egymástól függetlenül beállíthatók. A vizsgálócsúcsok mozgása, különösen kisméretű alkatrészek tömegvizsgálatakor, a vizsgálati darabok manuális hozzávezetését nemcsak megkönnyíti és gyorsítja, hanem ez a mozgás az ilyen vizsgálati folyamatok automatizálásának feltétele is.

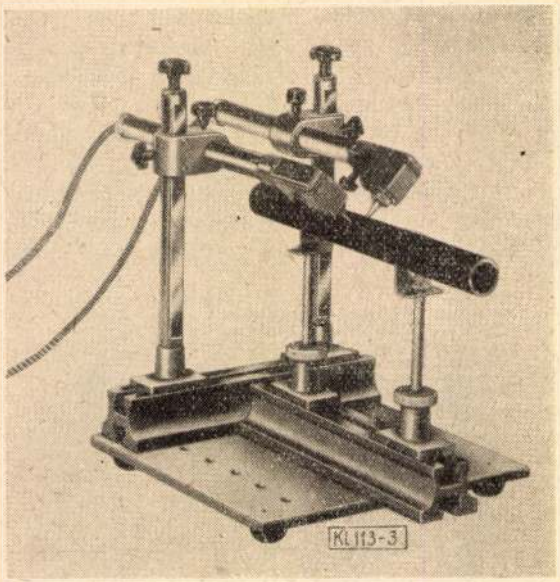
A vizsgálócsúcsok és a darab között az ultrahang átvitelére elvileg csatoló anyag szükséges. A vizsgálati darabot e célból rendszerint olajjal, vízzel, gépzsírral vagy hasonló anyagokkal vonják be. Ilyen csatolás csak csekély nyomóerőt kíván és a vizsgálófejnek a darabon való siklását teszi lehetővé.

Mivel a sűrített levegő révén kényelmesen és jól ismételhető nagyobb nyomóerők is létrehoz-

* Fordította Bodrogai József.

hatók, ezért szárazon csatlakoztatott plasztiksapkás vizsgálócsúcsok alkalmazása is lehetővé válik. Ez a körülmény az ultrahangos anyagvizsgáló készülék másik különlegessége.

A hangátsugárzó eljárás alkalmazásakor a vizsgálócsúcsnak a vizsgálandó darabon jól meghatározott, ismételhető helyzetben kell lennie. Ezt a darabokat és a vizsgálófejeket tartó és az építőszekrény elvén kialakított, sokféleképpen változtatható állvány oldja meg *(3. ábra)*.



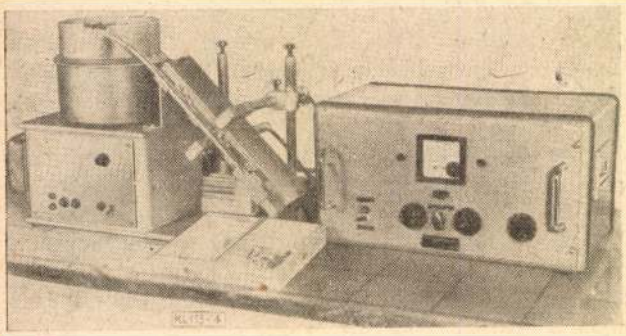
3. ábra. Az Usomat vizsgálóállványa, beállítás csövek vizsgálatához

A vizsgálóállványt a hálózati készülékkel két fémtömlő köti össze ; e készülékben nagyfrekvenciás generátor, az erősítő, a jelzőszervek, a légsűrítő és az áramtápláló berendezések vannak elhelyezve.

Alkalmazási példa

A villamos kapcsolókészülékekbe nagy számban szerelnek olyan csatlakozókat, és érintkezőhidakat, amelyekre forrasztással, illetve hegesztéssel viszik rá az érintkező anyagokat. Mivel e kötés minősége a kapcsolókészülék kifogástalan működése szempontjából nagy jelentőségű, tervbe vették a kötések automatikus hangátsugárzásos vizsgálatát Usomattal.

Az e célra készített berendezés *(4. ábra)* cserélhető rezgetőkkel ellátott vibrátorból, elektromágneses adagolóval és cserélhető sínekkel felszerelt vizsgálópályából, osztályozó váltóból, elektromechanikus munkaütem szabályozóból és az Usomatból áll.



4. ábra. Automatikus berendezés érintkező alkatrészeknek az Usomattal végzett vizsgálatához

A vizsgálandó alkatrészeket lazán a vibrátorba ömlesztik, amelyben a darabok egységesen irányítva sorba rendeződnek. Így kerülnek a ferdén fekvő vizsgáló sínekre, amelyeken a nehézségi erő hatására maguktól csúsznak tovább, majd az elektromágneses adagoló vezérlésére egyenként a vizsgálat helyére jutnak. Itt az Usomat vizsgálócsúcsai rövid ideig a darabra tapintanak, végül a készülék a kapott vizsgálati eredményeknek megfelelően a soron következő osztályozó váltót működteti.

Az ultrahangcsatolás száraz úton, gumisapkás vizsgálócsúcsokkal van megoldva.

Mivel a vizsgálandó csatlakozókat egy, az érintkezőhidakat pedig két helyen kell megvizsgálni, a munkaütem szabályozót két különböző program szerint képezték ki. A megfelelő programot már a darabhoz illő vizsgálósín behelyezésekor önműködően kiválasztja. Az érintkezőhíd programjához a vizsgálat eredményének logikai feldolgozása is hozzátartozik oly módon, hogy az érintkezőhíd csak abban az esetben minősül jónak, ha mindkét vizsgálati helyen jó eredmény adódott.

A vizsgálat gyorsasága a munkaütem szabályozón beállítható, maximális értéke percenként 60 vizsgálóhely.

Az egész berendezés helyes működését elektronikus ellenőrző kapcsolás biztosítja, amely a szabályszerű alkatrészfolyam megszakadásakor, a sűrített levegőszolgáltatás megszűnésekor, vagy ha az Usomat anódfeszültsége kimarad, az adagoló működését megállítja és szaggatott csengőjelzést ad.

(A berendezés a VEB Elektroschaltgeräte Rochlitz megrendelésére épült és ott van használatban.)

A hiba felismerésének lehetősége

Az ultrahangos anyagvizsgálat során elvként kell figyelembe venni, hogy az eljárás közvetlenül nem határozott hibákat, hanem csak eltérő akusztikai tulajdonságú tartományokat mutat ki.

Az ilyen *hibák* felismerése átsugárzásos eljárással a következő adottságoktól függ :

A hiba és az alapanyag közötti hullámellenállás különbségétől, a hibának a hangirányra merőleges kiterjedésétől, az ultrahang hullámhosszától, a hangsugár átmérőjétől, a hibának a vizsgálófejektől mért távolságától, a csatolás egyenletességétől (ezt a felület állapota határozza meg) stb.

Különösen egyszerűek a viszonyok levegővel vagy gázzal töltött inhomogenitások észlelésekor (pl. lunkerek, rálapolások, hegesztések és ragasztások kötéshibái). Ezekről az ultrahang a hangirányban mért vastagságuktól függetlenül gyakorlatilag 100%-ban visszaverődik ; a hangáteresztő képesség ezáltal a legvékonyabb rálapolásban is közel 0-ra esik. Ez a hangsugárzásnak

nagy előnye a γ- és a röntgensugarakkal végzett átsugárzással szemben. Ha a hiba keresztirányú méretei kisebbek, mint lényegében a vizsgálócsúcs átmérője által meghatározott hangsugárátmérő, akkor a hangáteresztő képesség csak egy megfelelő törtrésszel csökken.

Jó csatolási feltételek között az Usomat-tal 1 mm átmérőjű hibák még világosan kimutathatók.

A hiba felismerhetőségének pontos felméréséhez minden esetben figyelembe kell venni az elhajlási jelenségeket az adó kisugárzása helyén éppúgy, mint a hiba által létrehozott árnyékolásnál. E kérdésben a megfelelő szakirodalomra utalunk [2].

A hiba felismerhetősége az ultrahang hatótávolságától, azaz a vizsgált darab ultrahangabszorpciójától is függ. Az Usomattal átsugározható vastagság pl. acélban, könnyűfémben és vízben 1 métert vagy ennél többet is elérhet, míg gumiban és más műanyagokban a készülék erősítési tartalékai néhány mm után kimerülnek. Ha szükséges, a hatótávolság polisztirol vizsgálócsúcsok használatával növelhető, a polisztirol ui. kevésbé csillapít, de mechanikailag érzékenyebb.

Műszaki adatok

Ultrahang frekvencia 4 MHz, frekvenciamodulált, ultrahang teljesítmény kb. 0,1 W, az erősítő legnagyobb érzékenysége 100 μV, a jelfogó válaszolási ideje kb. 0,1 s. Táplálás: 220 V, 50 Hz 150 VA. Súlya kb. 35 kg.

IRODALOM

[1] *Trommler, H.:* Sonovisor 2. Jenaer Rundschau, Messe-Sonderheft 1961. S. 60.
[2] *Matauschek, J.:* Einführung in die Ultraschalltechnik, Verlag Technik Berlin 1957.

Műszaki és gazdasági hírek

Japánban az USA-beli Kaiser Alumínium Chemical Corp cég a japán Showa Denko és a Yawata Iron Steel Co-val együtt *alumíniumféltermék* gyárat épít **Koyamában.** A gyár évi 75 000 t kapacitásra épül és 1965-ben fogják üzembe helyezni.

Alumínium 1963. 10. sz.

*

Angliában a Rio Tinto Zinc Corp a **Lancashirne-i Widnesben** *alumínium féltermék* gyárat épít, mely 1964-ben lesz készen. Évi 5000 t autó alkatrészt fog a gyár gyártani. A gyárban egy 2700 t-s Youngtown-prést állítanak fel, amely az ausztráliai Bell Bay kohóból fogja a kohóalumíniumot kapni.

Alumínium 1963. 10. sz.

A **világ** *vasérc szállítása* tengeri hajón 1951-ben 32,5 millió t-t tett ki. A szállítás 1960-ban 102 millió t-ra rúgott. 1961-ben 95 millió t-ra visszaesett, de már 1962-ben újra elérte a 100 milliót. A legfontosabb vasércet hajón exportáló országok 1962-ben millió t-ban a következők voltak:

Svédország ...	20,2	Malájföld	6,7
Kanada	15,5	Brazília	6,0
Venezuela	14,6	Peru	5,7
Chile	6,7	Libéria	3,6

A következő években Libéria szállítása a Nimba bányákból a Lower Buchanan-i kikötő üzembe helyezésével jelentősen meg fog emelkedni.

St. u. E. 1963. 21. sz.

Egyesületi hírek

Az Egyesületi Vaskohászati Szakosztálya november 11-én szakosztályvezetőségi ülést tartott. Az ülésen résztvettek *Pilter Pál* szakosztályi elnök, *Szele Mihály* egyesületi alelnök, *Óvári Antal* egyesületi főtitkár, *Szeless László* szakosztályi elnökhelyettes, *Dévényi György* szakosztályi titkár, *Árkos Frigyes, Felföldi Zoltán, Kemény Kornél, Nagy Zoltán, Nagyenyedi József, Szőke László, dr. Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Latinák István* kovács-csoport vezető, *Bajzáth András, Csépe Ferenc, Horváth Gyula* csoporttitkárok, *Gruber Imre.*

A szakosztályi ülést *Pilter Pál* elnök nyitotta meg, üdvözölte a megjelenteket. Ezután *Dévényi György* titkár ismertette a napirend első pontját a szakosztály 1964. évi munkatervét, a bel- és külföldi tanulmányút terveket, valamint a pályázati témákat. Az ismertetéshez *Szele Mihály, Szeless László, Kemény Kornél, Latinák István, Csépe Ferenc, Árkos Frigyes, Visnyovszky László, Nagyenyedi József, Felföldi Zoltán, Bajzáth András, Dévényi György, Óvári Antal* szóltak hozzá. A hozzászólások alapján *Pilter Pál* elnök úgy határozott, hogy *Bajzáth András, Dévényi György, Gruber Imre, Nagyenyedi József* és *Szeless László* az elhangzottak figyelembevételével átalakítja a munkatervet s azt az egyesületi elnökség elé terjeszti.

Ezután *Dévényi György* titkár előterjesztette az 1964. évi költségvetést. Néhány hozzászólás alapján *Pilter Pál* elnök a költségvetésnek az egyesületi elnökség elé való terjesztését határozta el.

A következő napirendi pontban *Pilter Pál* elnök bejelentette, hogy *Dévényi György* titkár rendkívüli nagy elfoglaltsága miatt kéri a titkári teendők alóli felmentését. A vezetőség a bejelentést tudomásul vette s *Pilter Pál* elnök felkérésére elfogadta *Gruber Imre* titkári megbízását. *Pilter Pál Dévényi Györgynek* megköszönte eddigi fáradozását s kérte, hogy a szakosztály vezetőségi munkájában a jövőben is vegyen részt.

Ezután *Nagyenyedi József* ismertette az igen jól sikerült drótkötél konferenciát s határozatait. A vezetőség úgy döntött, hogy a határozatokat az egyesület elnöksége elé terjeszti.

Az ülés utolsó pontjaként a vezetőség átvizsgálta az új tagfelvételi ajánlásokat, megszavazta az új tagfelvételeket, mely után *Pilter Pál* elnök az ülést bezárta.

* *Á. F.*

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya keretében működő kovács-szakcsoport okt. 16-án rendezte az őszi évad klubnapját. Ennek keretében *Latinák István* tartott előadást „Hazai kovácsüzemeink nyersanyagellátásának mennyiségi és minőségi kérdései" címen. Az előadást követő hozzászólás során az országos Tervhivatal megbizottja *Diószegi István* kérte, hogy az előadás anyagát egy szűkebb szakbizottság dolgozza át és egészítse ki, és az Egyesület küldje meg a Kohó- és Gépipari Miniszternek, az Országos Tervhivatal elnökének és az Országos Pártközpontnak a kovácsüzemi anyagellátás jobb megszervezése érdekében.

Latinák István

A marólúggyártás problémái a timföldüzemek szemszögéből vizsgálva*

Dr. PAPP ELEMÉR

DK 661.3 : 669.712

A világ marólúgszükséglete tekintélyes és egyre emelkedőben van *Ullman* 1960-as közlései szerint [1] — amely értékben a keleti államoké becsült tétel — az évi termelés körülbelül (1000 tonnákban):

3765 (elektrolitikus, nyugat)
1790 (kausztikus, nyugat)
656 (kelet)

6211 kikerekítve kb. évi 7 millió tonna.

Látható az is, ha az évi bontásokat figyelembe vesszük, hogy gyakorlatilag csak kétféle előállítási mód szerepel: az elektrolitikus (egyidejűleg klórt is termelő) eljárások, valamint a szódából mésszel lúgot gyártó, kausztikus eljárások. Ezek aránya évről-évre jobban eltolódik világviszonylatban az elektrolitikus eljárások felé. Ma az a helyzet, hogy a világ marólúg termelésének kb. 70%-át elektrolitikus, 30%-át kausztifikáló módszerekkel biztosítják.

Az évi 7 millió tonnás lúgmennyiséget az ipar széles körei fogyasztják. Országonként változók a főfelhasználók, de nagyjából — mennyiségi sorrendben — az alábbi iparágak a főfogyasztók:

Szappan, vegyszerek, petróleum raffinálás, műszál, viszkóza, tisztítószerek, textilipar, bauxit feltárás, timföldipar, gumifeldolgozás, növényi olajok, papíripar.

A timföldipar körülbelül 5—8%-kal részesedik a világ lúgtermeléséből.

Ami a marólúg áralakulását illeti, a nemzetközi piacon ez, az árszabályozó trösztök és konszernek hatására meglehetősen állandó jellegű volt 1950-ig.

1955-től állandó lassú árcsökkenés észlelhető, aminek oka az elektrolitikus ipar gépegységeinek növekedése (ma már 150 000 amperes cellák működnek) és az elektrolitikus egyenirányítás hatásfokának javulása.

1955 után a fokozatosan bevezetett szilícium egyenirányítók 10—12%-os árammegtakarítást tettek lehetővé.

Míg a kereskedelmi szilárd marónátron árára még 1958-tól 73,2$/t adat volt birtokunkban, ma már (1962-ben) 45$/t-s árajánlattal is rendelkezünk.

Lássuk a továbbiakban az ipari lúggyártás módszereit és azok fontosabb gazdasági mutatóit, hogy tiszta képet alkothassunk a magyar lúgellátás jövő kilátásairól.

Elektrolitikus lúggyártás

Elvileg a tömény konyhasóoldat villamosenergiával végzett megbontásán alapszik. Egy gramm-molekula konyhasó megbontását 26,8 A óra (96 500 coulomb) végzi. Az áram áthajtásához szükséges minimális feszültséget a konyhasó bontás (képződés) termikus egyenleteiből és a Thomsen-képletből számíthatjuk:

$$NaCl \rightarrow Na + Cl + 96\,400 \text{ cal}$$
$$Na + aq \rightarrow NaOHaq + H - 43\,400 \text{ cal}$$
$$NaCl \rightarrow NaOHaq + Cl + H + 53\,000 \text{ cal}$$

A bruttó folyamat energia-igénye tehát gramm molekulánként 53 000 cal. Ez elektromos energiában kifejezve Ψ = e. n. G. 0,239 (ahol $n = 1$ vegyérték, $F = 96\,500$ coulombnyi töltés, 0,239 = a kalória-watt átszámítási faktor.). Megközelítőleg tehát

$$e = \frac{\Psi}{n \cdot F \cdot 0{,}239} = \frac{53\,000}{96\,500 \cdot 0{,}239} = 2{,}29 \text{ V}.$$

A Thomsen-képletnél pontosabb Gibbs-Helmholtz-egyenlet (mely nem a hőszinezetekkel, hanem a szabad entalpiákkal számol) eredménye nem tér el lényegesen a most számított bontási feszültségtől, lévén a konyhasóbontás hőfok-feszültség gradiense igen kicsiny

$$\left(T\frac{de}{dT} = T\ 0{,}0004\ V\right).$$

Ez az energetikai megfontolás természetesen csak azokra a cellákra érvényes, melyekben ugyanazon elektrokémiai és termikus rendszerben képződik a marólúg. Ezeket a cellákat régebben diafragmás és harangos celláknak hívtuk — ma gyűjtőnévvel vaskatódos cellákról beszélünk.

A másik cellatípus a higanyos, vagy amalgámkatódos cellák csoportja. Ezekben a katódon töltését vesztő Na nem alakul át rögtön — H_2 fejlődés közben — marólúggá. Ez a folyamat egy térbelileg elkülönített másik berendezésben megy majd végbe, hőfejlődés kíséretében.

Az elektrolitos cellában, az anódon fejlődő klóron kívül a katódon nátriumamalgám képződik, gyenge exoterm hőszínezettel. Így ebben a cellacsoportban mások lesznek az energia viszonyok és más lesz (lényegesen nagyobb) a szükséges legkisebb bontási feszültség.

A reakciók hőszínezete, sorban:

$$NaCl \rightarrow Na + Cl + 96\,400 \text{ cal}$$
$$Na + 25\,Hg \rightarrow NaHg_4 . 21\,Hg - 18\,800 \text{ cal}$$
$$NaCl \rightarrow NaHg_4 . 21\,Hg + Cl + 77\,600 \text{ cal}$$

Így a bruttó energiaszükséglet nagyobb, mint a vaskatódos celláké. Természetesen, hiszen nem csökkenti a nátrium tekintélyes hidratációs hője, csupán a jóval kisebb amalgámképződési hő.

Ezért itt:

$$e = \frac{77{,}600}{1 \cdot 96{,}500 \cdot 0{,}239} = 3{,}37 \text{ V}.$$

Vagyis az amalgámkatódos cellákban az elméleti

* A Magyaróvári Timföldgyár felkérésére 1962. V. 8-án Magyaróvárott elhangzott előadás kivonata.

felső nyíl irányában lejátszatni.

$$K = \frac{(OH)^2}{(CO_3)},$$

$$\sqrt{K} = \frac{(OH)}{\sqrt{(CO_3)}} \quad \frac{(2OH)}{(CO_3)} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{(CO_3)}}$$

Ennek látható feltétele a (CO_3) — a karbonáttöménység — kis értéke. Híg szódaoldatok bontása tehát jobb kausztifikáló hatásfokot biztosít. Az iparilag elért legjobb bontási hatásfok 90%. Ez a mésziszap leszűrése után 18 B°-os lúgot szolgáltat, literenként 120—140 g NaOH-tartalommal. (Hasonló töménységűek a vaskatódos cellák lúgjai.) De ezen lúgban még literenként 50 g nem kausztifikálódott Na_2CO_3 is található. A mésziszapban (a híg Dorr-iszap 900 g/l $CaCO_3$-ot és 120 g/l Na'iont tartalmaz) helytelen és elégtelen mosástól tekintélyes nátronveszteségünk lehet. A $CaCO_3$ csapadékkal egyidejűleg csapadékot képez a pirsonit ($Na_2CO_3.CaCO_3.2\,H_2O$) és a Gay-Lussit ($Na_2CO_3.CaCO_3.5\,H_2O$), kettőssó, melyeknek nátrontartalma csak nehezen mosható ki a mészcsapadék mellől.

A kausztifikáló lúggyártáshoz tiszta égetett mészből készült mésztejet használnak. Az oltás forgódob oltókban megy végbe, finom szitaszövet szűrés után a kausztifikáló tartályban, forrón, erős turbinázás közben keveredik a mésztej a szódaoldattal (120—250 g Na_2CO_3). Hosszú reakciós idő biztosítása után a jól ülepíthető iszap Dorrokba kerül. A mosó Dorrokban tökéletes ellenáramú mosást hajtanak végre; a végső kondenzvizes mosás után a mészcsapadék majdnem teljesen Na'ion mentes. A mosóvizet friss szóda oldásra használják fel.

A szűrt marólúgot nikkelcsöves bepárlókban sűrítik; a lúgban oldott szódát (Fischsalz) bepárlás közben szűrik és eltávolítják.

A szakirodalom [1] szerint 1 t, 98,8%-os NaOH-ra számított termék anyag és energia szükséglete:

1260 kg	Na_2CO_3	sicc. techn.
700 kg	NaO	98%-os techn.
1600 kg	fűtőszén	(3500 cal.)

Külföldi értékelési viszonylatban a 45$-os lúgárban — ha kausztifikáló eljárással gyártjuk — a szóda érték 33 $-ral szerepel.

Ha megközelítő árvetést végezünk magyar viszonylatra, az alábbiakat látjuk:

1260 kg Na_2CO_3 (1350 Ft/t)	1720 Ft
700 kg CaO (530 Ft/t)	380 Ft
Fűtőenergiák (5000 kg gőz) gőz, keveréshez áram (150 kWh)	845 Ft
	2945 Ft

Ez az érték a magyar elektrolitikus lúggyártás önköltségéhez képest kb. 10%-kal nagyobb. Hazánkban tehát a kausztifikáló lúggyártás önköltsége — különös tekintettel a magas szóda és mész árra — drágább, mint a konyhasóelektrolízissel nyert marólúgé.

Itt azonban nemcsak a 10%-kal magasabb számított önköltség veendő figyelembe, hanem az a körülmény is, hogy hazánkban — sajnos — 98%-nál lényegesen rosszabb égetett mész minőséggel kell számolni.

Nem ritka a 80%, sőt 70% CaO-tartalmú égetett mész. Ennek felhasználásakor nemcsak arányosan többet kell bekevernünk, de a rossz mész MgO-tartalma és nagyobb iszaptérfogata miatt lényegesen megnő a nátron-veszteségünk is.

Egyéb lúggyártó eljárások

Ezek a gyártási eljárások kevéssé elterjedtek, inkább helyi jelentőségűek. Üzemi gazdasági mutatószámaik sem ismeretesek, bár kétségtelen, hogy valamennyi drágább és kényelmetlenebb módszert követ, mint a marólúggyártás két hagyományos folyamata: a konyhasó elektrolízis és a szóda kausztifikálás.

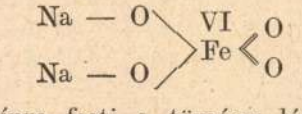
A lúgtöményítés és tisztítás

A különböző marólúggyártó eljárások más és más töménységű és szennyezettségű NaOH oldatot készítenek.

Hagyjuk egyelőre figyelmen kívül a higanykatódos cellák lúgját. Ezzel van ugyanis a legkevesebb probléma: a lúg tiszta, Cl' tartalma 0,1% alatti, töménysége 6—700 g/l, csekély Hg szennyeződését kényesebb igénylők számára frittelt nikkelgyertyákon végzett szűréssel, vagy elektrolitikus higanycsapdákkal (MSZ 147.187) távolíthatjuk el [4].

Komolyabb feladatot jelent a vaskatódos cellák és a kausztifikálással gyártott lúgok tisztítása és töményítése. Mindkettő kb. 12%-os, előbbi igen sok konyhasót, utóbbi sok változatlan szódát tartalmaz.

Általában a következő utakat járják: a lúgot előbb betöményítik és a tömény lúgban nehezen oldódó szennyeződések főtömegét, a NaCl-t, Na_2CO_3-t, Na_2SO_4-t a bepárlás közben, vagy a végén kikristályosítják és kiszűrik. (Így távozik a Fischsalz a kausztifikált lúg bepárlása közben.) A lúgtöményítést ma általában vákuum bepárlással (Passburg, Vogelbusch bepárlók), célszerűen 3—4 lépcsős, sorba kapcsolt fokozatokban végzik. Jó hatásfokkal működnek a párakompressziós (Lurgi) eljárások is. Az elpárologtatott víz minden kilogrammjára kb. 0,4 kg gőzt kell számolni. A bepárlás első fokozatában kb. 36 Bé-ig töményítik a lúgot — a szennyezők főtömege már ezen a töménységen kiválik és kiszűrhető — a második fokozatban, a véglepárolókban (Finisseur, Finischer) a bepárlás 50—52 Bé-ig történik. Az így kapott marólúg 650 g/l NaOH-t tartalmaz, forrpontja atmoszferikus nyomáson 140 C°-on van. A korszerű bepárlókban, legalább is a végbepárlókban, ma már mindenütt saválló, vagy nikkel csöveket használnak. A meleg tömény lúg ugyanis a közönséges vascsöveket ferrát képződés közben megtámadja. A képződő, lúgoldható ferrát



lilás-kék színre festi a tömény lúgot. A ferrát

állás, levegőztetés, redukáló szerek, vagy H_2O_2 hatására megbomlik és a lúgoldhatatlan $Fe^{III}(OH)_3$ alakban lassan leülepszik a tartályok fenekére. Míg lúgtárolás céljára hazánkban főleg vaslemezből készült edényzetet használnak, külföldön, főleg töményebb lúgokhoz (28% NaOH-tartalom felett) polystirol műanyagtartályokat készítenek.

A bepárolt marólúg tisztasága sohasem éri el a higanyos cellákból származó lúg tisztaságát. Legtöbb célra azonban így is megfelel; a legfeljebb 1%-nyi NaCl, vagy Na_2CO_3 nem zavar a felhasználás során. (Textilmosás, szappan, ásványolajipar stb.) Sok helyütt azonban (viszkóza műszálipar, műanyaggyártás stb.) szigorúbb kikötések vannak:

Pl. viszkóza műselyemgyár 0,1% NaCl-tartalom felett nem fogadja el a marólúgot.

Ilyen célokra a bepárolt lúgot külön eljárásokkal tisztítani kell. A timföldipar igénye a lúgtisztasággal szemben nem túlzott. A bauxitból úgyis elég szennyeződés kerül a lúg körfolyamatba. Mégis, természetesen nem előnyös, ha a kiválasztásra kerülő sók mennyiségét a lúggal bevitt Na_2CO_3 is növeli.

A bepárolt lúgoldat utótisztítására többféle módszer van. Az első tekintélyes többlet gőzfogyasztást kíván. Ebben ugyanis (DRP 535, 951) az 52 Bé-s lúgot 38 Bé-ra hígítják és erősen lehűtik, +5 C°-ra, vagy az alá. Így pihentetéskor nátriumhidroxid hidrát válik ki, szennyezés mentesen, $NaOH \cdot 3{,}5\, H_2O$ és $NaOH \cdot 2H_2O$ összetételben. A tiszta hidrátot hűtött centrifugákon leszűrik, ez lesz a tiszta lúg, mely, ha szükséges tovább töményíthető. A centrifugáról távozó folyadék tartalmazza az összes szennyezést, melyek egy része újabb bepárláskor a friss lúg szennyezéseivel együtt kiválik [5].

A másik módszer a Cerini-féle dialitikus tisztítás (DRP 537, 993) [6], mely az OH'ionok nagy mozgékonyságán alapszik. A harmadik tisztító eljárás a *hármas só* (Triple salt) módszer. Alapelve, hogy a főszennyezőt, a konyhasót, egyenértéksúlynyi mennyiségben adagolt Na_2SO_4-el kicsapjuk a lúgoldatból, mikor is a $NaCl \cdot Na_2SO_4 \cdot NaOH$ összetételű, lúgban csapadékot képező hármas só kiszűrése, vagy centrifugálása után tiszta lúgot nyerhetünk.

Legújabban az 50%-os tömény lúgoldatok tisztítására előnyösen használják a folyékony-extrakció módszerét (Pittsburg—Plate Glass Co., FP 839, 518). Ez kolonnákban, cseppfolyós NH_3-mal végzi a szennyezések kivonását. Állítólag a tisztított lúg NaCl-tartalma így 0,08% alá csökkenthető [7].

Ez a lúgtisztítási módszer, korszerűségén és kis kalória igényén kívül azért is figyelemre méltó, mert elméleti szempontból nincs kizárva, hogy éppen a timföldgyárak lúgjának szakaszos megtisztítására (az NH_3 oldható szerves anyagokat is beleszámítva!) jól beválna.

A tömény lúgoldatok végső bepárlásával is foglalkoznak egyes lúggyártó üzemek, főleg melyek távolabbi felhasználó helyekre adják el termékeiket, ahol a lúgoldattal együtt szállított víz szállítási költsége felülmúlja a vízeltávolítás műveleti és kalória költségét. A marólúg vízmentes, szilárd előállítása nem könnyű és olcsó feladat, hiszen (atmoszferikus nyomáson) a teljes víztelenítést csak 500 C°-on, a vörösizzáshoz közeli hőmérsékleten sikerül elérni. Túlhevített gőzzel fűtött, nikkelcsöves, vákuummal működő bepárlókat is használnak, de az így előállított (megdermedt állapotú, szilárd) lúgoldatok víztartalma még mindig 8—15%.

A teljes víztelenítést közvetlen generátorgőzfűtésű, vastagfalú vasötvözet-, vagy nikkeledényekben érik el, melyeket az ömlesztés végén hőszigetelő befedéssel látnak el. A vasedények nagy hőfokon olvadt lúggal szemben ferrátos korróziót szenvednek. (Lásd lúgbepárlás.) E jelenség csökkentésére előnyös a katódos védelem. Ezt oly módon oldják meg (Sinding—Larsen), hogy a lúgolvadékba, a felszínhez közel hűtött platina anódot helyeznek, míg az ömlesztésre szolgáló nagy vasedény testét katódnak kapcsolják. Ily módon nemcsak a katódikusan polározott vas oldódását akadályozzák meg, hanem az anódon elbuborékoló oxigén tisztító és keverő hatását is előnyösen hasznosítják. Természetesen a szilárdra ömlesztett marólúgból, a hordókba töltés előtti pihentetés alkalmából mindig ülepszik le kevés, főleg Fe_2O_3 és NaCl-ból álló iszap, melynek a készáruba jutni nem szabad.

A szilárdra ömlesztett lúg színét kevés kénvirág, vagy nátrium-nitrit adagolással szokták javítani az ülepítő dúsítás alkalmával.

Messzire vezetne, ha a nagytisztaságú nátronlúg előállítási módjait is részletesen ismertetnénk. Szerepel ott színezüstből készült ömlesztőcsésze, átkristályosítás abszolút alkoholból stb. De meg kell emlékeznünk egy jó és egyszerű nagytisztaságú marólúgot gyártó eljárásról, melyet az ajkai gallium üzem használ. Ennek lényege, hogy fémnátriumot bontunk kétszer desztillált vízzel, de nem várjuk meg a fémnátrium teljes oldódását, hanem a kész nátronlúgot már előbb leöntjük a fémről. Az ily módon előállított NaOH fémszennyezői a színkép mennyiségi kimutathatóság határa alatt vannak; ez a lúg kiválóan alkalmas a gallium elektrolitikus tisztító fürdője számára. (Pro analisi tisztaságú közönséges nátronlúg használata nem biztosítja a katódgallium 99,9999%-os tisztaságát.)

A szilárdra párolt marólúgnak két szempontból van jelentősége a timföldgyári üzemekben.

1. Először ez a lúg aránylag tiszta. A szennyezett lúgok bepárlásakor egyre csökken a szennyezők oldhatósága, durva megközelítéssel azt mondhatjuk, hogy a 450 g/l NaOH még oldott állapotban tarthat 30—50 g szennyező sót literenként, a 650 g/l NaOH már csak 15—20 g-ot, míg a szilárdra párolt lúg szennyezői általában csak 0,1% körül mozognak. A szilárd lúg adagolása — oldott, hígabb lúgokkal szemben — a körfolyamat vízgazdálkodását és a bepárlók igénybevételét előnyösen javítja.

2. A szilárd lúg beoldása, helyi Na'ion túltöményedés jelensége alapján alkalmas arra, hogy szennyezett aluminát-lúgokból a telítettséghez közelálló töménységben jelenlevő szennyezőket

kicsapja (Na_2CO_3, Na_3PO_4, Na_2SO_4, Na-humát stb.) [8].

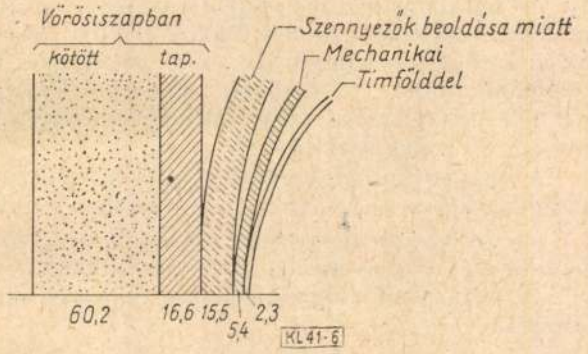
A kicsapott szennyezők kristálynövelésük után jól szűrhetők és ülepíthetők. Ily módon a szilárd lúg beoldása elősegíti a timföldgyár szennyező sószintjének egyszerű kézbentartását.

A szilárd lúg beoldása úgy célszerű, hogy a fenéklemez-mentesített hordók marólúgtartalmát cirkuláltató szivattyúk fecskendezik meleg returlúggal. Így egy 250 kg-os hordó szilárd lúgja 15—20 perc alatt feloldódik (Magyaróvári gyakorlat).

A Bayer-timföldgyártás lúgveszteségeinek pótlása

A marólúgos timföldgyártás — bár elvileg a nátriumoxid csak mint timföldkiemelő katalizátor működik és regenerálódik — mint ismeretes, a termelt timföldre vonatkoztatva 8—12%-os lúgveszteséggel jár.

A lúgveszteség legfőbb oka az oldhatatlan, a vörösiszappal távozó nátrolitban megkötött lúg, de ezenkívül több forrása is van [9].



6. ábra. Alkáliveszteségek a Bayer-folyamatban, %-ban

A lúgveszteségek tájékoztató diagramját a *6. ábrán* láthatjuk. Több szakember a szennyezők beoldódása miatt bekövetkező lúgveszteséget kisebbre veszi és helyette a vörösiszap miatt bekövetkezőt növeli meg. Pl. *Pintér Tihamér* 1960-as adatok alapján a vörösiszapban kötött lúgveszteséget 80%-nak, a beoldódások lúgveszteségét 4,8%-nak becsüli. Ehelyütt nem lényegbevágó kérdés, bár szerény véleményem szerint a bauxitok mészkő és dolomit tartalmának dekausztifikálása, a szervesanyag, vanádium, cink, kén, P_2O_5, F, Ga, Cr_2O_3, Mo beoldódása 100 kg összes lúgfogyás során (1 t timföldre 2,5 t bauxitot számolva) eléri a 15 kg-ot.

Lényeges az, hogy a Bayer-timföldgyártás minden tonna timföldjére kereken 100—120 kg marónátron veszteség terhe nehezedik. Az is vitathatatlan, hogy ez a veszteség oroszlánrészben — 75—85%-ban — a vörösiszappal távozik. Ismeretes, hogy a lúgveszteség a bauxit kovasavtartalmának emelkedésével növekszik (fenti értékek kb. 10 hányadosú bauxitra vonatkoznak), a gyártási körfolyamat egyensúlyban tartása pedig parancsolóan megköveteli a folyamatból távozó marólúg pótlását.

A Bayer timföldgyárak lúgproblémáinak gazdaságos megoldása ezek szerint két alappilléren nyugszik :

1. A csökkenthető lúgveszteségek leszorítása a minimumra.

2. A rendszerbe bepótolt lúg beszerzése a legolcsóbb forrásból.

A *2.* ponttal kapcsolatban kimutattuk, hogy (ha nem akarunk devizáért külföldi olcsó lúgot venni) legelőnyösebb a hazai, elektrolitikus gyártású lúg beszerzése. Ez kb. 10%-kal olcsóbb, mint a hazai szóda-kausztifikálással gyártható marónátron. Külföldön 1958-ig még sűrűn alkalmaztak timföldgyárak mellett szóda-meszes lúggyártási eljárásokat, azóta azonban a világgazdasági helyzet úgy alakult, hogy az elektrolitikus marónátron ára erősen lecsökkent, sőt a nagy klórigények miatt (műanyagipar) a marónátron sokszor tehertétel az elektrolitikus üzemben. Ezért a timföldipar is ésszerűen mindenütt elektrolitikus marónátron használatára tér át.

Az *1.* ponttal kapcsolatban (a lúgveszteségek minimumra csökkentése) vessünk egy pillantást a külföldi példákra. Mindenütt a hangsúly : jól kimosott, igen sűrű vörösiszap nyerése. A vörösiszaphoz tapadó lúg eltávolítása mechanikai feladat : kellő számú és térfogatú mosóbesűrítő (Dorr) használata, utána az iszap folyadékmentesítése. (Nyomás alatti szűrővel, centrifugával, légtáskás nyomószűrővel.)

A vörösiszap további kezelése, a nátrolitok mésztejes megbontása stb. gazdaságilag nem indokolt. Már csak azért sem, mert az ily módon nyerhető marólúg — elfogadható kausztifikáló hatásfok mellett — igen híg, 1—2%-os. Ennek bepárologtatása (a drága mészszükségletet nem is számítva) gőzköltségben többe kerül, mint a vásárolt elektrolitikus marólúg, helyszínre szállítva.

Egy 15 g/literes kausztifikált lúgból 1 tonna kereken 70 m^3 oldat térfogatban foglal helyet ! Ha ezt nem a vásárolt töménységig, csak a timföldgyárban szokásos 450 g/literig akarjuk betöményíteni, körülbelül 60 m^3 vizet kell elpárologtatnunk, ami optimálisan 0,4 kg gőz/kg elpárologtatott víz mellett 24 t gőzfogyasztást jelent, szerencsés árvetéssel 2800 Ft-ot. A mész pedig (jelenlegi 530 Ft/t ár mellett) önmagában, a képződő NaOH minden tonnájára csupán 2 t meszet számítva 1060 Ft költségű.

Persze elképzelhető olyan — szerintem átmeneti jellegű — de mégsem veszteséges árvetési elgondolás, hogy a bepárlás költségeit nem vesszük figyelembe, mert a visszanyert nátront, mint az elkerülhetetlenül szükséges hígító vizek jótékony lúggyarapító tényezőjét, figyeljük. Az ilyen kalkulációnak szigorú felső mennyiségi határa van : mégpedig a timföldgyári körfolyamatba feltétlenül beadagolandó hígító (mosó) vízmennyiség. Általában azonban a vörösiszap kausztifikálás gazdaságossága a műszaki fejlődés előrehaladtával a negatív mutatók felé tart.

Természetesen ez csak a jövő helyes fejlődési irányát jelző kép. Nem állítom ezzel, hogy timföldgyáraink eddigi hatalmas erőfeszítései a nátron

regenerálásra vonatkozólag feltétlenül helytelenek és gazdaságtalanok voltak. Hiszen ismeretes, hogy a gyárak nehéz deviza helyzetekben, hazai lúg hiányában a termelt timföld tonnájára számítva 30—35 kg lúgot regeneráltak, a legkülönbözőbb helyi és hígítási mésztej (vagy darabos mész) adagolásokkal. Már csak az ilyen irányú újítások nagy száma is igazolja, hogy az üzemek tudatában voltak a kausztifikáló regenerálások gazdaságtalanságának (az újabb újítások mindig rámutattak a korábbiak hiányosságaira). Hogy csak egy pár nehézséget említsünk :

1. A kausztifikáláshoz szükséges mész drága (530 Ft/t), 1100 C°-os kiégetése értékes kalóriákat von el az amúgy is szűkös magyar hőgazdálkodástól.

2. A mészből nagy felesleget (sokszor 300%-ot) használnak.

3. A magyar mész sokszor csak 65—75% CaO-t tartalmaz.

4. Egyéb szennyezői károsak ; MgO-tartalma lúgot fogyaszt.

5. A nyert híg lúgok bepárlása komplikáltan illeszthető bele a víz egyensúly követelményébe és a bepárlók programjába.

6. A CaO sokszor Al_2O_3 veszteséget okoz oldhatatlan $Ca(AlO_2)_2$ képzése miatt.

7. A vanádiumsó kinyerhető értékes V_2O_5-tartalmát csökkentheti stb.

Ezenkívül nehezen elbírálható a lúgvisszanyeréskor az a körülmény, hogy vajon egy jobban működő közönséges szűrés és mosás mennyivel csökkentette volna a kausztifikálás lúgregeneráló eredményeit? Világos, hogyha egy tapadó lúgtól szotyogó vörösiszapot kausztifikálunk, szűrünk és mosunk: a regenerált marónátron magában foglalja az egyszerűen ki nem mosott tapadó lúgot is.

E nehézségek figyelembevételével érthető, hogy egyik timföldgyárunk 1961. december 31-i számvetése szerint a regenerált NaOH tonnája kereken 1000 Ft-tal többe került, mint az akkor 3160 Ft-ért vásárolt külföldi marólúg. (Mely utóbbinak ára 1962-ben már csak 45 $/tonna.)

Igazságtalanok lennénk azonban, ha leglább néhány mondatban ki nem emelnénk azokat az eredményeket, melyeket timföldgyáraink és kutatóink — a vörösiszap kausztifikálásának erőfeszítései közepette — elértek, illetve problémákat melyeket tisztáztak. Ezek közé tartozik a nyomás alatti kausztifikálás szóda adagolással. A zeolit típusú nátrolitok feltárás alatt és után képződő fajtáinak különbözősége. A Na_2O- és Al_2O_3-tartalom regenerálhatósági határai. A CaO zeolitok kimoshatósága. Meddig csökkenthető a kohósításra kerülő vörösiszap Na_2O-tartalma? stb.

Mindezen eredmények távolról sem voltak haszontalanok és bizonnyal többel — legalább is részleges használatukkal — még helyenként találkozni fogunk.

Ne feledjük azonban el, hogy világipari szinten vizsgálva a fejlődés irányát, továbbá figyelembe véve a magyar gazdasági élet viszonylagos energia- és mészszegénységét, nemkülönben a várható hatalmas mennyiségi fejlődést, helyes iránynak az látszik, hogy a vörösiszapok lúgtartalmát jó szűréssel és mosással (mechanikailag) csökkentsük a minimumra, a lúgutánpótlást pedig a legolcsóbb elektrolitikus forrásból biztosítsuk.

Összefoglalás

A világ marólúg termelése — kb. 7 millió t/év — hatalmas ütemben fejlődik és egyre inkább az elektrolitikus gyártás felé tolódik el (70% felett). Az elektrolitikus lúggyártási módszerek közül az amalgámkatódos megoldások lépnek előtérbe, 150 000 A-es cellákkal, szilíciumos egyenirányítókkal, 45 $/t világpiaci eladási árral.

A magyar timföldgyártás lúgproblémáinak gazdaságilag korszerű megoldására javasolható utak :

1. Vörösiszap lúgveszteség minimumra csökkentése mosással és mechanikai eljárásokkal.

2. A pótlandó lúgnak fedezése elektrolitikus forrásból.

IRODALOM

[1] *Ullmann*, Techn. Enz. 3 aufl. Bd. 12. S. 660.
[2] *Schenk, P.:* Entw. d. Chloralakali Elektrolysee. Chem. Ing. techn. 1962. V.
[3] D. R. P. 21, 593. W. P. 203, 271.
[4] M. Sz. 147, 187. pótszabadalom 1962.
[5] D. R. P. 535, 951.
[6] D. R. P. 537, 993.
[7] F. P. 839, 518.
[8] Fémipari Kutató Intézet Közleményei III. 1959. 29. *Dr. Magyarossy-Bartók* M. Sz. 1257.
[9] *Dr. Papp, E.:* A patajak okiszi natrija etc. Cvetnaja Metallurgija 4. 69. 1960.

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályának Kovács-Szakcsoportja f. év november 1-én és 2-én „A kovácsüzemi gépesítés és automatizálás" témájában másfélnapos Kovácsankétot tartott.

November 1-én 9 órakor *Búzás Lajos* műegyetemi tanár a „Gépesítés és automatizálás alapelvei" címen foglalta össze az elvi szempontokat. Ezután *Valyuch János* „Kovácsolás-sajtolás technológiája, gépesítése, automatizálásának lehetőségei" című vetítettképes előadása következett. A harmadik előadó *Rabb György* volt, aki a „Kovácskemencék gépesítése" című előadásában az izzítókemencék több érdekes gépesítési lehetőségét mutatta be.

Az előadásokat közös ebéd követte, majd ezután a délelőtti előadások konzultációja következett.

November 2-án 9 órakor *Takáts László* vetítettképes előadása hangzott el, a „Programvezérlés alkalmazásának lehetősége a kovácsiparban" címen. Ezt az előadást *Pannasch, Siegmar* mérnök, a Német Demokratikus Köztársaságban működő Központi Technológiai Intézet (ZIF) szakmérnökének előadása követte, a „Mechanikus kovácssajtók üzemi tapasztalatai, különös tekintettel a gazdaságos termelésre" címen.

E két előadás után konzultáció következett; sok hozzászólás, kiegészítés és kérdés hangzott el, amelyre az előadók részletesen válaszoltak.

A „Zárszó"-ban a Szakcsoport titkára röviden összefoglalta az elhangzottakat és az ankét eredményét értékelte.

Latinák István

Hegesztett kötések, valamint AlMg5 és AlMg3 ötvözött lemezekből és profilokból készített hegesztett szerkezeti elemek fárasztóvizsgálata*

Prof. Dr. NEUMANN, ALEXIS
Hochschule für Maschinenbau Institut für Technologie, Abteilung Schweisstechnik (Karl Marx-Stadt)

DK 669.717 : 624.073.078.3 : 620.1

1. Bevezetés

Az ötvözött alumíniumból készített, dinamikus igénybevételnek kitett szerkezetek méretezésére és kialakítására még kevés adat áll rendelkezésünkre. A hegesztett szerkezetekre például nem kielégítőek csupán azok a kifáradási adatok, melyeket tompa hegesztésű, kis méretű próbatesteken határoztunk meg. A kis próbatestekkel végzett vizsgálatok a kiinduló és összehasonlító adatok szempontjából szükségesek, azonban önmagukban nem elégségesek. A vizsgálatok következő, második lépcsőjének egész szerkezeti részek, vagy szerkezeti elem-modellek vizsgálatának kell lennie. A harmadik lépés a szerkezetek gyakorlati kipróbálása.

A Központi Hegesztéstechnikai Intézetben (ZIS Halle/S.) az utóbbi években hegesztett AlMg5- és AlMg3-szerkezeti elemekkel nagyobb, átfogó kísérletsorozatokat végeztünk azzal a céllal, hogy a gyakorlat számára néhány szilárdsági és kifáradási jellemzőt meghatározzunk. Ezek közül a kísérletsorozatok közül jelenleg csak néhány — egymással természetesen kölcsönösen összefüggő — kísérlettel fogunk foglalkozni. Az itt tömören tárgyalt kísérletek két problémát, a tömörfalú, hajlított tartóét és a hegesztett rácsos tartóét érintik.

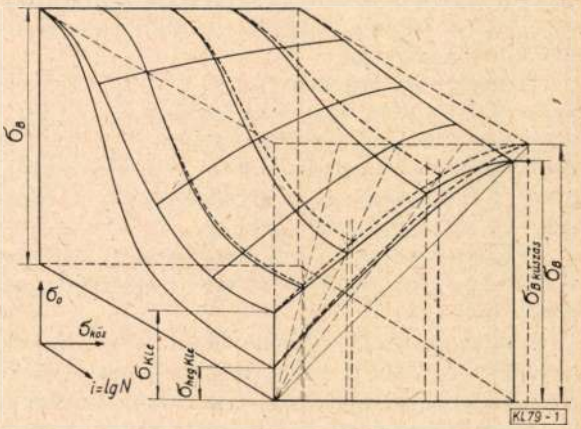
A szerkezeti elemek a könnyűfémszerkezetek építésében, különösen a szállítóberendezések, gépkocsik és vasúti kocsik gyártásában, de a hídépítésben is nagy jelentőségűek. E szerkezeti elemek dinamikus terhelhetőségének ismerete előfeltétele az előbb említett szerkezetek építésének.

Tömörfalú hajlított tartók és hegesztett rácsos szerkezetek sokféleképpen gyárthatók. Igy tehát elkerülhetetlen, hogy a gyakorlatban előforduló kivitelezésű gyártmányokat ne vizsgáljuk és ne hasonlítsuk össze egymással. Valamennyi vizsgálat súlypontját ezért az egyes hegesztett szerkezeti elemek kialakításának különböző változatai képezték.

2. Elméleti alapok

A kísérletek során már eleve néhány korlátozással kellett élni. A váltakozó terhelésre a Wöhler-féle egylépcsős terhelést alkalmaztuk. A különböző típusú szerkezetek programozott terhelése természetesen a tényleges igénybevételnek inkább megfelelő adatokat adna. Az egyes Wöhler-görbék meghatározásakor ilyen nagy szerkezeti elemekből nem lehet tetszőlegesen nagy számú próbatestet vizsgálni. Ennek következtében a kísérletek statisztikus értékelésére nincs mód.

Abból a célból, hogy a végső értékeléskor egységesen járjunk el, az adatokat valamennyi kísérletsorozat során — vagyis az összes statikus értékre, Wöhler-görbére és biztonsági területre — mind az alapanyagra (polírozott), mind a hegesztett kötésre és az Al-ötvözetből hegesztett szerkezeti elemekre (bemetszett próbatestekre) — a Stüssi-féle számítás [1], [2] szerint értékeltük.



1. ábra. Térbeli diagram a Wöhler-görbék és a Smith-féle biztonsági terület összefüggéseinek bemutatására, polírozott alapanyagra és Al-ötvözetből készített hegesztett kötésre

Valamennyi egyenlet, levezetés, számítás és grafikus ábrázolás közlését a dolgozat terjedelme nem teszi lehetővé. Az *1. ábra* összefoglaló ábrázolásként térbeli diagramban mutatja be egyetlen Al-ötvözetre a polírozott alapanyag és egy hegesztett kötés Wöhler-görbéinek és Smith-féle biztonsági területeinek összefüggését, valamint a tartós igénybevétel (kúszás) feszültségcsökkentő hatását.

A dolgozat *3.* és *4.* fejezetében közölt, a kísérleti eredményekre vonatkozó ábrákba a szaggatott vonallal berajzolt Wöhler-görbéket a megfelelő bemetszési tényezőkből kiindulva a már említett összefüggések segítségével matematikai úton határoztuk meg. Ezeket összehasonlításul közöljük. Bár számolással meghatározott görbéknek és a kísérleti eredményeknek a hegesztett kötés előállításának összes befolyásoló tényezőjéből eredően nagy a szórás, az egyezés mégis jó. Hasonló jelenség figyelhető meg az itt tovább nem tárgyalt biztonsági területekre is.

3. A tömörfalú hajlított tartó esete

3.1 Áttekintés.

A tömörfalú hajlított tartót rendszerint lemezből hegesztett szekrény-, vagy I-tartóként készítik. Ezen kívül használnak alakos tartókat is, pl. sajtolt szelvényekből, igen sokféle kivitel-

* Elhangzott előadásként a II. Alumínium Konferencián 1963. május 8-án.

ben. A merevség növelésére, valamint az erők jobb felvétele céljából majdnem mindig szükség van bordák, merevítések stb. kiképzésére. Csatlakoztatásokhoz és hasonló célokra a hajlított tartó övlemezén gyakran helyeznek el oldalsó csomólemezeket. A hegesztett acélszerkezetek viselkedése alapján ismeretes, hogy a nagy húzóigénybevételnek kitett részben — vagyis különösen a húzott övben — levő összes keresztvarrat, így tehát a ráhegesztett borda is, a kifáradási határ jelentős csökkenését vonja maga után. A ráhegesztett oldalsó, szögletes csomólemezek előnytelenül hatnak. Ezek befolyását több kísérletsorozattal vizsgáltuk.

Többféle szerkezetben a szakaszos varratokkal hegesztett hajlított tartók viselkedése további érdeklődésre tarthat számot.

Az előbbi befolyásoló tényezők hatásának érzékelésére többek között az alábbi szerkezeti elemeket vizsgáltuk :

Hegesztett hajlított tartó (I- és szekrénytartó), folyamatos nyakvarratokkal és a húzott övre hegesztett merevítések nélkül.

Hegesztett hajlított tartó (I- és szekrénytartó), folyamatos nyakvarratokkal és a húzott övre hegesztett merevítésekkel.

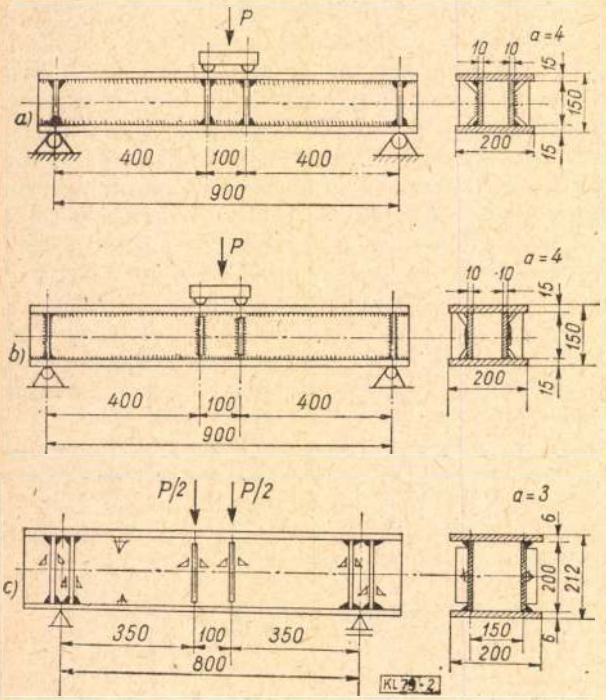
Hegesztett hajlított tartó (I-tartó), szakaszos nyakvarratokkal és a húzott övre hegesztett merevítések nélkül.

Nem hegesztett, rúdsajtolt szelvény (I-tartó).

Nem hegesztett, rúdsajtolt szelvény (I-tartó), oldalról ráhegesztett szögletes csomólemezekkel.

Nem hegesztett, rúdsajtolt szelvény (cső), oldalról ráhegesztett keresztirányú csövekkel.

Az elvégzett kísérletsorozatok közül néhányat példaként a következőkben mutatunk be. A vizsgált darabokat, próbatesteket, a kísérletek lefolytatását stb. helyszűke miatt csak röviden tárgyaljuk. Valamennyi vizsgálat tárgyalása e dolgozat keretei között ugyancsak lehetetlen. A fejezet végén közölt kiértékelés figyelembe veszi az összes idevonatkozóan elvégzett kísérletet.



2. ábra. A1 és A2 kísérletek, próbadarabok alakja
a = ráhegesztett merevítésekkel, *A1* = típus 1, *b* = ráhegesztett merevítések nélkül, *A2* = típus 1, *c* = ráhegesztett merevítések nélkül, A2 = típus 2

3.2 Az A1 és A2 kísérletsorozat. [7(I)a—D ; 8(I)a—D és 8(I)c—D].

Próbadarab alakja : Hegesztett szekrénytartó, folyamatos nyakvarratokkal.

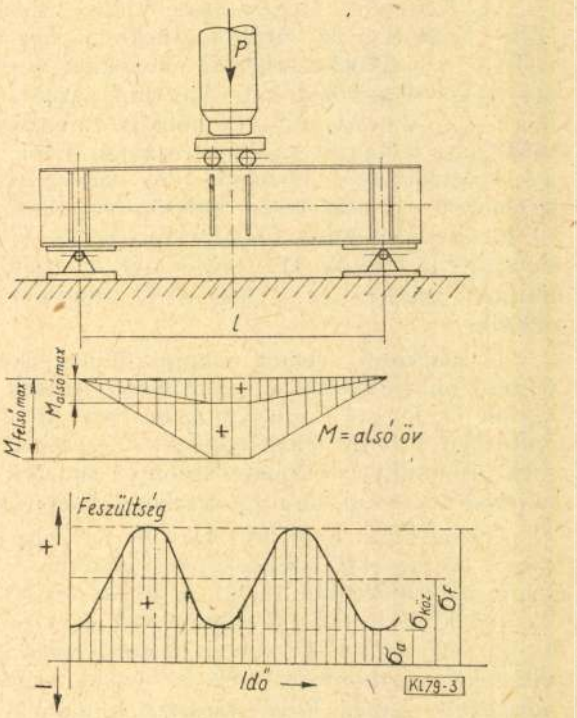
A1 — húzott övre hegesztett merevítésekkel *(2/a ábra)*.

A2 — húzott övre hegesztett merevítések nélkül *(2/b és c ábra)*.

Alapanyag : AlMg5, $\sigma_B = 28{,}0$ kp/mm² és $\sigma_B = 35{,}5$ kp/mm².

Előállítás : AWI-hegesztés (argonvédőgázas, wolfram-elektródás ívhegesztés). Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

A kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat ZDMh 100 000 Pu pulzátoron (VEB Werkstoffprüfmasch., Leipzig), a *3. ábra* szerinti elrendezésben végeztük.



3. ábra. A1 és A2 kísérletek, a kísérletek végrehajtásának vázlata

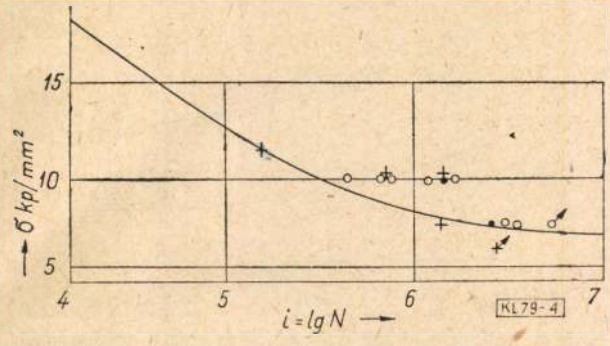
Az igénybevétel frekvenciája : $n = 600$/perc ;

$$\frac{H}{K} = \frac{\sigma_{alsó}}{\sigma_{felső}} = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = +0{,}2$$

Eredmények : A kísérleti eredményeket a *4. ábra* mutatja. A felvett Wöhler-görbe alapján az *A1* - és *A2*-re vonatkozóan :

$$\sigma_{kle\,(H\,=\,+\,0{,}2)} = 6{,}5—7{,}0 \text{ kp/mm}^2$$

σ a szerkezet keresztmetszetére (húzott övre) vonatkozik. A törések vagy a nyakvarrat kezdőpontjából, vagy a keresztirányú varratokból kiindulva következtek be.



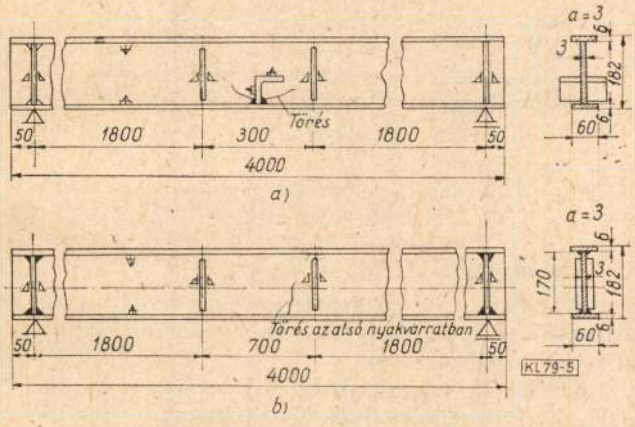
4. ábra. A1 és A2 kísérletek, kísérleti eredményei
○ = A1 típus, ○ = A2 típus 1, + = A3 típus 2

3.3 Az A3 és A4 kísérletsorozat. [7(I)b—D ; 8(I)b—D].

Próbadarab alakja : Hegesztett I-tartó folyamatos nyakvarratokkal.

A3 = a húzott övre hegesztett merevítésekkel *(5/a ábra)*.

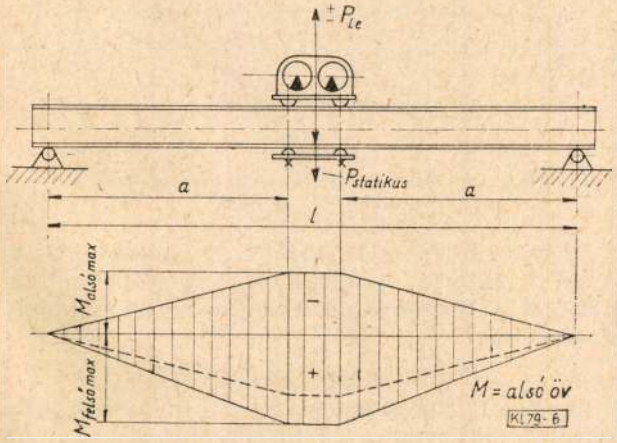
A4 = a húzott övre hegesztett merevítések nélkül *(5/b ábra)*.



5. ábra. A3 és A4 kísérletek, a próbadarabok alakja
a = ráhegesztett merevítésekkel *A3*, *b* = ráhegesztett merevítések nélkül *A4*

Alapanyag : AlMg5, $\sigma_B = 35{,}5$ kp/mm².

Előállítás : AWI-hegesztés. Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

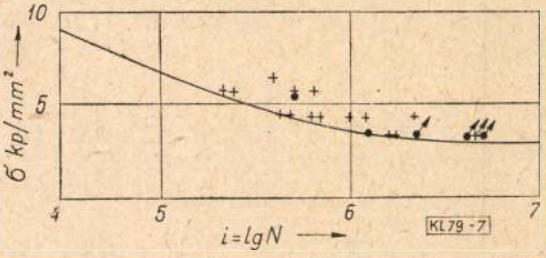


6. ábra. A3 és A4 kísérletek, a kísérletek végrehajtásának vázlata

A kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat ZIS—UP típusú, többfokozatú, excentersúlyos gerjesztővel (Schwinger) végeztük, a *6. ábra* szerint.

Igénybevétel frekvenciája : kereken 1000/perc ;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma} = -0{,}5$$



7. ábra. A3 és A4 kísérletek, a kísérleti eredmények
○ = A3, + = A4 kísérlet

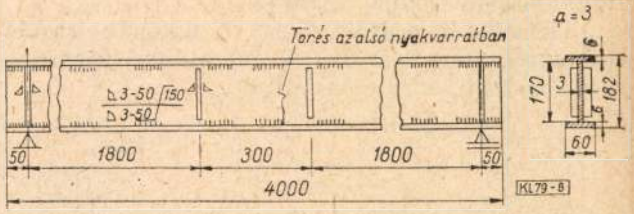
Eredmények : A kísérleti eredményeket a *7. ábra* szemlélteti. A felvett Wöhler-görbékből az *A3* és *A4* esetre vonatkozóan

$$\sigma_{kle(H\,=\,-\,0{,}5)} = 2{,}5 \text{ kp/mm}^2$$

σ a szerkezet keresztmetszetére (húzott övre) vonatkoztatva. A törések, vagy a húzott öv nyakvarratának kezdőpontjából, vagy a keresztirányú varratokból kiindulóan következtek be.

3.4 Az A5 kísérletsorozat. (11/I—D).

Próbadarab alakja : Hegesztett I-tartó szokásos nyakvarratokkal (cikk-cakk), a *8. ábra* szerint.



8. ábra. A5 kísérlet, a próbadarab alakja

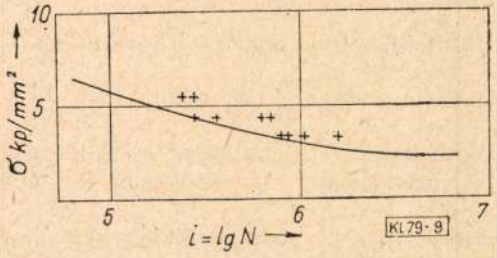
Alapanyag : AlMg5, $\sigma_B = 35{,}5$ kp/mm².

Előállítás : AWI-hegesztés, Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

Kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat többfokozatú, excentersúlyos ZIS gerjesztővel végeztük.

Igénybevétel frekvenciája : kereken 1000/perc ;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = -0{,}5.$$



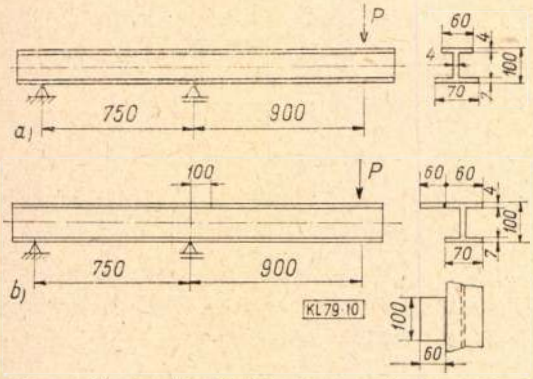
9. ábra. A5 kísérlet, a kísérleti eredmények

Eredmények : A kísérleti eredményeket a *9. ábra* szemlélteti. A felvett Wöhler-görbe alapján az *A5* próbatestre vonatkozóan.

$$\sigma_{kle\ (H\ =\ -\ 0{,}5)} = 2{,}0\ \text{kp/mm}^2$$

A feszültség a szerkezet keresztmetszetére (húzott övre) vonatkoztatva. Valamennyi törés a húzott övben, a szakaszos nyakvarrat egyik végéből kiindulóan következett be.

3.5 Az A6 és A7 kísérletsorozat. (12/I—D és 13/I—D).



10. ábra. A6 és A7 kísérletek, a próbadarabok alakja
a = nem hegesztett I-tartó *A6*, *b* = oldalsó csomólemezekkel *A7*

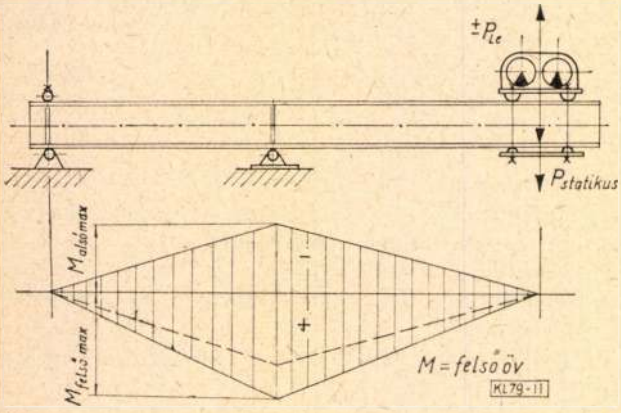
Próbadarab alakja : *A6*-nem hegesztett I-tartó (sajtolt szelvény) *(10/a ábra)*.

A7 — nem hegesztett I-tartó (sajtolt szelvény) *(10/b ábra)*.

Alapanyag : AlMg5, $\sigma_B = 28{,}6$ kp/mm².

Előállítás : A csomólemezeket az övre AWI-hegesztésű tompavarratokkal hegesztettük. Lemunkálatlan tompa varratok.

Kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat többtengelyű ZIS excentersúlyos gerjesztővel végeztük, a *11. ábra* szerint.



11. ábra. A6 és A7 kísérletek, a kísérletek végrehajtásának vázlata

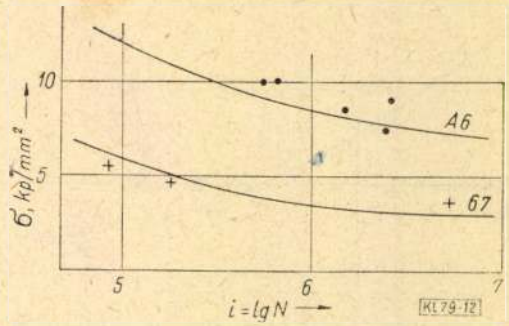
Igénybevétel frekvenciája: kereken 600/perc;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = -0{,}5.$$

Eredmények : A kísérleti eredményeket a *12. ábra* szemlélteti. A becsülhető értékek az alábbiak :

A6: $\sigma_{kle\ (H\ =\ -\ 0{,}5)}$ = kereken 7,0 kp/mm²

A7 : $\sigma_{kle\ (H\ =\ -\ 0{,}5)}$ = kereken 3,0 kp/mm²

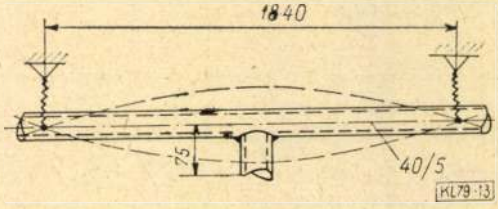


12. ábra. A6 és A7 kísérletek, a kísérleti eredmények
• = *A6*, + = *A7* kísérlet

a szerkezet keresztmetszetére (húzott övre) vonatkoztatva. A törések az *A7* kísérletsorozatban minden esetben a csatlakozó csomólemezek sarkánál következtek be.

3.6 Az A8 kísérletsorozat (16/I—D).

Próbadarab alakja : Cső (nem hegesztett, sajtolt szelvény), oldalról ráhegesztett keresztirányú csövekkel, hajlításra igénybe véve *(13. ábra)*



13. ábra. A8 kísérlet, a próbadarab alakja és a kísérlet végrehajtásának vázlata

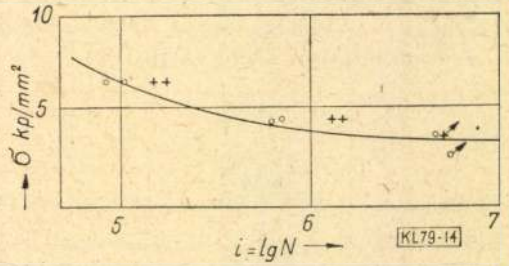
Alapanyag : AlMg5 és AlMg3.

Előállítás : A keresztirányú csövek AWI-hegesztésű sarokvarratokkal ráhegesztve. Lemunkálatlan sarokvarratok.

Kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat ZIS excentersúlyos gerjesztővel végeztük.

Igénybevétel frekvenciája: kereken 1000/perc;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = -1{,}0.$$



14. ábra. A8 kísérlet, a kísérleti eredmények
+ = AlMg5, ○ = AlMg3

Eredmények : A kísérleti eredményeket a *14. ábra* mutatja. A felvett Wöhler-görbékből az AlMg5 és AlMg3 anyagra vonatkozóan az alábbiak adódnak :

$$\sigma_{kle\ (H\ =\ -\ 1{,}0)} = 3\ \text{kp/mm}^2$$

a szerkezet keresztmetszetére (cső-keresztmetszetre) vonatkoztatva. A törések a keresztirányú csövek csatlakoztató sarokvarratánál következtek be.

3.7 Az (A) kísérletsorozatból a tömörfalú hajlított tartókra vonatkozóan levonható végkövetkeztetések.

A sajtolt szelvényekből és a hegesztett lemezekből készített hajlított tartókkal végzett összes kísérletsorozat alapján összefoglalóan az *1. táblázat* szerinti kifáradási határok adhatók meg :

1. táblázat

A kísérletek alapján a kifáradási határok

	Kifáradási határ	
	tiszta lengő	tiszta lüktető
	kp/mm²	
Nem hegesztett, sajtolt szelvények	9,0—9,5	5,0—5,5
Hegesztett hajlított tartó, folyamatos nyakvarratokkal	5,0—5,5	2,5—3,0
Hegesztett hajlított tartó, vagy nem hegesztett sajtolt szelvények a húzott övre ráhegesztett merevítésekkel, bordákkal, oldalsó szögletes csomólemezekkel stb.	4,0—5,0	2,0—2,5
Hegesztett hajlított tartó, szakaszos nyakvarratokkal	2,5	1,5

E kifáradási határok — még ha azokat csak támpontoknak tekintjük is — alapot adnak a méretezéshez, és utalást adnak az AlMg-ötvözetekből készített, dinamikusan terhelt tömörfalú hajlított tartók kialakítására.

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a tömörfalú acél- és AlMg-szerkezetek a kifáradási tulajdonságok között jelentősek a különbségek.

Úgy látszik, hogy a húzott övre ráhegesztett merevítések és bordák közel ugyanazt a horonyhatást váltják ki, mint a folyamatos sarokvarratok. Az itt nem ismertetett további kísérletekből azonban arra lehet következtetni, hogy a keresztvarratok nélkül, csak folyamatos hosszvarratokkal készített hegesztett hajlított tartók kifáradási határa valamivel nagyobb, így gyakorlati felhasználáskor csekély értékkel nagyobb feszültségekkel szabad dolgozni.

A szakaszos nyakvarratok a váltakozó igénybevételnek kitett hajlított tartók teherbíróképességére igen hátrányos hatással vannak, így azokat minden esetben kerülni kell.

4. Hegesztett rácsos tartók

4.1 Áttekintés.

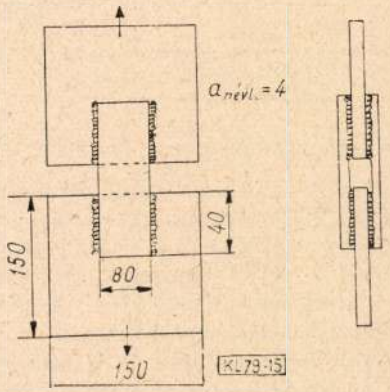
A hegesztett rácsos tartók rúdjainak elsősorban az oldalsarokvarrattal és homloksarokvarrattal kiképzett lapolt kötésű csatlakozása játszik fontos szerepet. Ismeretes, hogy az acélszerkezetek ilyen rúdcsatlakozásainak kifáradási határa igen csekély. Ezért a váltakozó igénybevételnek kitett rácsos szerkezeteket lekerekített átmenetű csomópontokkal és lehetőleg tompavarratokkal alakítják ki.

Az itt következő vizsgálatoknak éppen az volt a célja, hogy AlMg-ötvözetből csomólemezekkel és sarokvarratokkal csatlakoztatott rudakkal — nem hegesztés helyesen — (nichtschweissgerecht) — készített rácsos szerkezetek kifáradási határát vizsgáljuk. Ebből a célból többek között az alábbiak vizsgálatát végeztük el :

Rúdcsatlakozás (kettős hevederes), oldalsarokvarratos lapolt kötéssel, húzás-nyomásra.

Rúdcsatlakozás homloksarokvarratos lapolt kötéssel hajlításra.

Rácsos tartó oldalsarokvarratos lapolt kötésű rúdcsatlakozásokkal.



15. ábra. B1 kísérlet, a próbadarab alakja és a kísérletek végrehajtásának vázlata

4.2 A B1 kísérletsorozat (5/I—D).

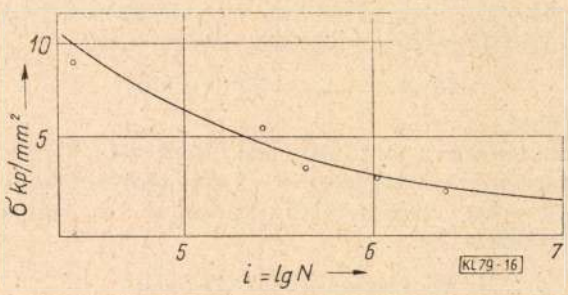
Próbadarab alakja : Rúdcsatlakozás húzás-nyomásra : csomólemezre oldalsarokvarratokkal hegesztett kettős hevederekkel *(15. ábra)*.

Alapanyag : AlMg3, $\sigma_B = 20{,}0$ kp/mm².

Előállítás : AWI-hegesztés. Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

Kísérletek végrehajtása : A fárasztóvizsgálatokat a drezdai Műegyetem Institut für Werkstoffkunde tanszékén, ZDM 10 t Pu (VEB. Werkstoffprüfmasch., Leipzig) típusú fárasztógépen végezték. Igénybevétel frekvenciája 1500/perc ;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = 0$$



16. ábra. B1 kísérlet, a kísérleti eredmények

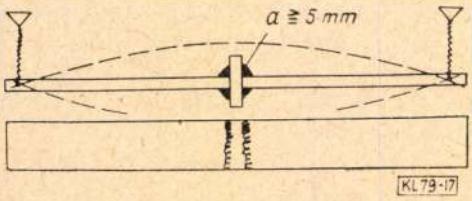
Eredmények : A kísérletek eredményeit a *16. ábra* mutatja. A felvett Wöhler-görbe alapján látható, hogy

$$\sigma_{kü\,(H\,=\,0)} = 1{,}8 — 2{,}0 \text{ kp/mm}^2$$

A feszültség a szerkezet keresztmetszetére (rúdkeresztmetszetre) vonatkoztatva. Valamennyi törés a rúdban, a sarokvarratok végéből kiindulóan következett be.

Megjegyzés: Az azonos kivitelű csatlakozásokkal végzett előzetes statikus vizsgálatok során törések kizárólag az oldalsarokvarratokban következtek be. A nyírószilárdság igen kis szórással

$$\tau_{Bheg} = 11{,}5 \text{ kp/mm}^2 \text{ volt.}$$



17. ábra. B2 kísérlet, a próbadarab alakja és a kísérletek végrehajtásának vázlata
a = 10 mm, b = 60 mm

4.3 A B2 kísérletsorozat (3/II-D)

Próbadarab alakja: Rúdcsatlakozás hajlításra: kettős T-kötés homlokvarrattal *(17. ábra)*.

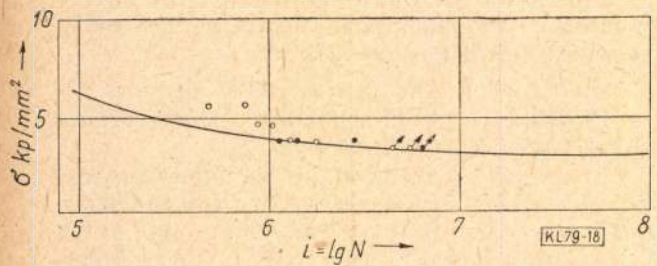
Alapanyag: AlMg3, $\sigma_B = 22{,}0$ kp/mm².

Előállítás: AWI-hegesztés és összehasonlításként gáz(autogén) hegesztés. Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

Kísérletek végrehajtása: A fárasztóvizsgálatokat ZIS-típusú, excentersúlyos gerjesztővel végeztük.

Igénybevétel frekvenciája: kereken 700/perc;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = -1{,}0$$



18. ábra. B2 kísérlet, a kísérleti eredmények
○ = AlMg5, • = AlMg3

Eredmények: A kísérleti eredményeket a *18. ábra* mutatja. A felvett Wöhler-görbe alapján mindkét hegesztési eljárásra vonatkozóan

$$\tau_{kle(H=-1{,}0)} = 3{,}0 \text{ kp/mm}^2$$

adódott.

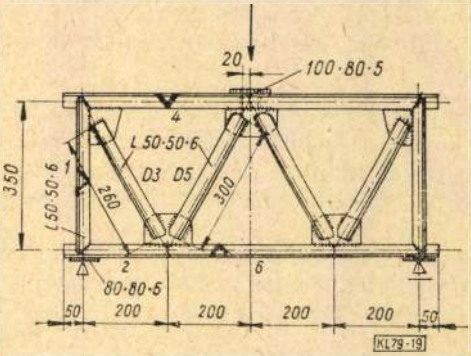
A feszültség a hajlított rúd szerkezeti keresztmetszetére vonatkoztatva. Valamennyi törés a sarokvarrat átmenetéből kiindulva a rúdban következett be.

4.4 A B3 kísérletsorozat (26/I-D)

Próbadarab alakja: Hajlított rácsos tartó, derékszögű csomólemezekre oldalsarokvarratokkal ráhegesztett szögprofilokból *(19. ábra)*.

Alapanyag: AlMg5, $\sigma_B = 25{,}0$ kp/mm².

Előállítás: AWI-hegesztés. Hegesztőhuzal AlMg5. Lemunkálatlan sarokvarratok.

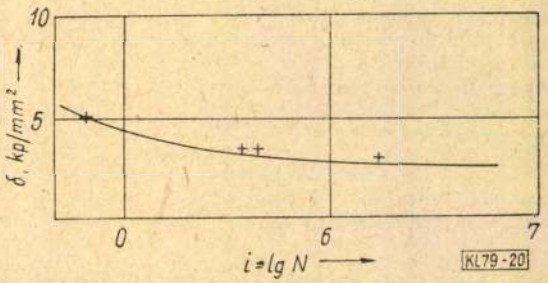


19. ábra. B3 kísérlet, a próbadarab alakja és a kísérletek végrehajtásának vázlata

Kísérletek végrehajtása: A fárasztóvizsgálatokat pulzátoron (VEB. Werkstoffprüfmasch., Leipzig) hajtottuk végre.

Igénybevétel frekvenciája: 600/perc;

$$H = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} = +0{,}4.$$



20. ábra. B3 kísérlet, a kísérleti eredmények

Eredmények: A kísérleti eredményeket a *20. ábra* szemlélteti. A Wöhler-görbe alapján látható, hogy

$$\sigma_{klü(H=+0{,}4)} = 2{,}5 \text{ kp/mm}^2.$$

Megjegyzés: Valamennyi törés a húzott *D3* rúdban következett be, a sarokvarrat végéből kiindulóan. A feszültség a rúd keresztmetszetére vonatkoztatva. Az azonos kivitelű rácsos tartón végzett statikus előkísérletek során a törések a *D3* és *D5* rudakban, az oldalvarratoknál következtek be. A nyírószilárdság:

$$\tau_{Bheg} = 12{,}5 \text{ kp/mm}^2 \text{ volt.}$$

4.5 A hegesztett rácsos tartókkal végzett (B) kísérletsorozat végkövetkeztetései

A húzás-nyomásra igénybe vett rúdcsatlakozásokkal (oldalsarokvarratokkal) és a hasonló rúdcsatlakozásokkal készített egész rácsos tartókkal végzett kísérletek szerint a statikus és dinamikus teherbírásra vonatkozó eredmények jó egyezést mutatnak. Az ilyen szerkezeteknek kereken 2,0 kp/mm² tiszta lüktető kifáradási határával számolhatunk. A kísérletek szerint a rudaknak a rácsos szerkezetbe való befogásából eredő mellékfeszültségek nincsenek befolyással.

A homloksarokvarratok hajlító igénybevételkor nagyobb kifáradási határt adnak. Ezeknek azonban a gyakorlati felhasználásukban nincs nagy jelentőségük.

Eddigi kísérleteinket jelenleg hegesztési szempontból helyes (schweissgerecht), lekerekített csomópontokkal készülő rácsos tartókra terjesztjük ki.

5. Zárszó

A teljes szerkezeti elemekkel végzett kísérletek olyan kifáradási határokat adnak, melyek támpontot szolgáltatnak a méretezéshez és a gyakorlati kialakításhoz. Az ilyen kísérletek kiegészítik a kisméretű próbatesteken végzett széles körű, közismert kísérletsorozatokat.

A tömörfalú hajlított tartókkal és hegesztett rácsos tartókkal végzett, előbbiekben ismertetett kísérletek az első adatokat szolgáltatják arra vonatkozóan, hogy AlMg-ötvözetekből többféle kivitelben készített elemek váltakozó igénybevétel alatt mekkora teherbíróképességgel rendelkeznek. Az AlMg5 és AlMg3 ötvözet között különbségek — amint az már a kis próbatestektől is ismeretes — nem mutatkoztak.

Az ilyen kifáradási határoknak a szerkezetek méretezésekor megengedhető feszültségek kiértékelésére vonatkozóan korábban már a [3] és [4] irodalomban közöltem adatokat.

IRODALOM

[1] *Stüssi, Fr.:* Der Einfluss von Kerben auf die Ermüdungsfestigkeit Verlag V S B 1961. Zürich.
[2] *Stüssi, Fr.:* Zur Dauerfestigkeit von Schweissverbindungen Schweizerische Bauzeitung Sonder druck 1957. Dec. 28.
[3] *Neumann, A.:* Festigkeitsberechnung statisch und dynamisch hochbeanspruchter Leichtmetall — Schweissverbindungen, Aluminium Düsseldorf, 1. sz. 1962. 31. o.
[4] *Neumann, A.:* Ermüdungsfestigkeit und Dimensionierung von geschweissten Maschinenelementen aus Stahl und Aluminiumlegierungen, Acta Technica Academia Sc. Hungarica 1961. Budapest, 631. o.

Egyesületi hírek

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a Csepel Vas- és Fémművek Vezérigazgatósága, a Csepeli Csőgyár Igazgatósága rendezésében 1963. október 24—25-én tartották a Technika Házában az első országos Acélcsőgyártó Konferenciát.

A konferencián elhangzott előadások iránt nagy érdeklődés nyilvánult meg. 223 résztvevő hallgatta végig a 12 előadást és 18-an szóltak hozzá.

A konferenciát *Szele Mihály*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület alelnöke nyitotta meg. Felkérésére az iparvezetés részéről *Kováts István*, a kohó és gépipari miniszter első helyettese tartotta meg az elnöki megnyitót. Előadásában méltatta a magyar ipar fejlődését és a hazai csőgyártásban elért eredményeket. Felhívta a figyelmet a csőgyártó gépek exportjának jelentőségére.

Komjáthy László, a Csőgyár igazgatója ismertette a Csepeli Csőgyár távlati fejlesztésének jövőjét a csőgyártás világszínvonalának tükrében.

Az első napon két tagozatban folytatódtak az előadások a következők szerint :

Dr. Alliquander Ödön okl. bányamérnök, az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt főmérnöke „Kőolajbányászati csövek és csőszabványok" címen az olajbányászati csövekkel szemben támasztott igényeket és a szabványfejlődés követelményeit tárgyalta.

Ing. *Jenik, Josef* (Csehszlovák Szocialista Köztársaság) „Korszerű hevítő eljárások az acélcsőgyárakban" címen a jelenleg használatos külföldi kemencéket hasonlította össze és ismertette a fejlődés irányait.

Prohászka Márton gépészmérnök (Csepeli Csőgyár), „Hidegenvont csövek gyártásának gazdaságossági vizsgálata" címen a hidegvonás elméletével és a redukciós tervek gazdaságos elkészítésével foglalkozott.

Spitkó Ernő, a Csepeli Csőgyár főmérnöke „Nagyszilárdságú olajbányászati csőgyártás fejlesztése" címen a hőkezelés világszínvonalát és a Csepeli Csőgyár törekvéseit ismertette.

Strömpl Aladár okl. gépészmérnök, a Csepeli Csőgyár főtechnológusa „Pilgerhengerüregalak kialakításának elméleti és gyakorlati vonatkozásai" címen irodalmi összefoglalót adott a pilgerhengerek kalibrálásában elért elméleti fejlődésről és csőgyári eredményekről.

Gruber Imre okl. kohómérnök, (Csepeli Csőgyár) a „Pilgerhengersor vízfékes adagoló léghengerének kinematikai és dinamikai vizsgálata" címen tárgyalta a csőgyári berendezések elméleti és gyakorlati vonatkozásait.

Köves Ferenc okl. kohómérnök a Csepeli Csőgyár főmérnöke a „Pilgerhengersoron az optimális előtolás meghatározásának és alkalmazásának vizsgálata" címen összefoglalta az előtolásnak a pilgerhengersorok teljesítőképességére és a hengerelt csövek minőségére gyakorolt hatását.

Ing. *Migda, Tadeusz* (Lengyel Népköztársaság) „Ötvözött acélcsőgyártás csőtolópadon alongátorral" címen a lengyel tolópad gyártási munkamódját és gépi berendezéseit ismertette.

Második napon az általános csőgyári témákat már közös előadó teremben tárgyalták.

Szőke László okl. kohómérnök, Csepeli Acélmű gyáregységvezetője „Csőalapanyaggyártás hazai problémái és új módszereinek irányai" címen a csepeli csőalapanyaggyártás problémáit taglalta és kifejtette az alapanyaggyártás javításának lehetőségeit.

Dr. Kiss Ervin okl. kohómérnök, a Nehézipari Műszaki Egyetem docense „Az acélcsőgyártási eljárások fejlődési irányvonala világviszonylatban" címen teljes képet adott az acélcsövek használatának teréről, versenyéről és fejlődéséről.

Ing. *Hildebrand, Josef* (Német Demokratikus Köztársaság), „Ötvözött és ötvözetlen varratnélküli kazáncsőgyártás az NDK-ban" címen a magyar csőgyártók részére nagyon hasznos előadást tartott, minthogy a hazai kazáncsőgyártás jelentős fejlesztés alatt áll.

Az előadásokat megfelelően egészítették ki az alapanyaggyártó, az anyagvizsgáló, a tervező és a felhasználó szakemberek értékes hozzászólásai. A konferencia elmélyítette a kapcsolatokat a baráti országok és a hazai acélcsövek gyártásában és felhasználásában érdekelt szakemberek között.

Komjáthy László igazgató záróelőadásában értékelte a konferencián elhangzott előadásokat, elméleti és gyakorlati jelentőségüket.

Az első Országos Acélcsőgyártó Konferencia a VIII. Pártkongresszus által kitűzött irányelvek alapján került megrendezésre. Feltárta a lehetőségeket, melyek az acélcsőgyártmányok minőségének javítására, a termelékenysége fokozására és gazdaságossága növelésére használhatók a meglevő gyártásmódszerek és gépi berendezések kisebb anyagi befektetést kívánó korszerűsítése révén. A konferencia megmutatta a hazai acélcsőgyártás fejlesztésének helyes irányát, útjait.

Megállapítható, hogy a konferencia megrendezése helyes kezdeményezés volt. Feltétlenül szükséges, hogy a felvetett javaslatok minél gyorsabban és minél eredményesebben gyakorlati megvalósításra kerüljenek és ezzel elősegítsék az acélcsőgyártásra háruló feladatok teljesítését.

Köves Ferenc

Vörösiszap kohósítása nyersvasra

Dr. VISNYOVSZKY LÁSZLÓ

DK 669.16 : 669.713.002.76

Az alumíniumoxid gyártásunk során — a jelenlegi kb. 10 modulusú bauxitból — keletkező meszezetlen vörösiszapjaink vastartalma átlagosan 30%, s így ezek az iszapok gyenge minőségű vasércnek tekinthetők. Az alumíniumoxid gyártásunk folyamatosan fejlődik, a vörösiszap is egyre nagyobb tömegekben keletkezik. A 20 éves népgazdasági terv távlatában évi egy millió t vörösiszap keletkezésére lehet számítani, ami kereken 300 000 t Fe. A jelenlegi vörösiszap készlet már szintén több millió t-ra tehető. Vasércben szegény országunkban tehát a vörösiszap mint vashordozó mennyiségileg is számottevő, hiszen az évi egy millió t iszap Fe-tartalma *elvileg* 600 000 t 50% Fe-tartalmú import vasércet pótolhat, melynek világpiaci ára kb. 8 millió dollár.

Az almásfüzitői vörösiszap összetétele 1960. év átlagában :

	%		%
Fe	30,00	SiO_2	9,58
Mn	0,20	Al_2O_3	18,75
P	0,20	CaO	4,13
S	0,30	MgO	1,00
V	0,12	Na_2O	7,67
TiO_2	4,54	Izz. veszt.	10,03

Ez a vörösiszap mint vashordozó nyersvasgyártáshoz, más ércekkel keverten, megfelelő előkészítés, zsugorítás vagy brikettálás után nehézség nélkül felhasználható. E téren műszaki probléma nincs (legfeljebb a szállítás és a darabosítás), gazdasági szempontból pedig az alábbiakat kell szem előtt tartani.

A nálunk használt nagy S-tartalmú koksz miatt ahhoz, hogy a nyersvas S-szegény legyen, olyan salakkal kell dolgozni, melynek salakszáma :

$$p = \frac{CaO + MgO + MnO}{SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2} \cong 1$$

Ez a szabály akkor is érvényes, ha az ércelegybe vörösiszapot adagolunk. Ilyen feltétellel a vörösiszapból keletkező minden t nyersvas mellett átlagosan 2500 kg salak képződik, ami éppen háromszorosa jelenlegi nyersvasgyártásunk fajlagos salakmennyiségének. Nem szorul különösebb bizonyításra az, hogy ha a jelenlegi ércelegybe vörösiszapot is adagolunk, a salakmennyiség és ezzel a kokszfelhasználás növekedni fog, a nyersvastermelés pedig csökken, vagyis vörösiszap adagolással a nagyolvasztó műszaki és gazdasági mutatói romlanak. 1960-ban, amikor a Dunai Vasmű 80 000 t nedves, vagyis 48 000 t száraz vörösiszapot használt fel, a termelt nyersvasnak mindössze 1,75%-a származott vörösiszapból. Ilyen kis mennyiségű vörösiszap adagolásakor a fajlagos mutatók romlása természetesen nem feltűnő és csak számításokkal mutatható ki.

A vörösiszap kohósításának azonban vannak előnyei is, melyek azt indokolttá tehetik. A nagyolvasztó salakok legértékesebb felhasználása a portlandcementgyártás. Ehhez olyan salak kedvező, melynek hidraulikus értéke

$$F = \frac{CaO + CaS + {}^1/_2MgO + Al_2O_3}{SiO_2 + MnO + TiO_2} = \text{min. } 1{,}5$$

Különösen reakcióképesnek és értékesnek minősül az F = 1,9—2 értékű salak. Jelenlegi nagyolvasztó salakjainké F = 1,3—1,4 és ezt leginkább úgy javíthatjuk, ha a salak Al_2O_3-tartalmát a jelenlegi 8—9%-ról 13—14%-ra növeljük. Erre a célra a vörösiszap jól megfelel, de elég nagy mennyiséget, kb. 20%-ot kellene az ércelegyhez adagolni belőle, ami már érezhető rosszabbodást okozhat a nagyolvasztó fajlagos mutatóiban, különösen a térfogatkihasználásban és termelékenységben. Annak eldöntése, hogy jobb hidraulikus tulajdonságú salak elérése érdekében érdemes-e ilyen nagy mennyiségű vörösiszapot a nagyolvasztókba bevinni, csak a nyersvasgyártást és cementgyártást együttesen áttekintő gazdasági számítással lehetséges.

Másik előnye a vörösiszapfelhasználásnak, illetve az ércelegyhez keverésének a porércek zsugorításában lehet. Túl finom vasércporok a Dwight—Lloyd-szalagon csak rossz hatásfokkal zsugoríthatók, a teljesítmény csökken. Vörösiszap hozzákeverésből az az előny származik, hogy a nedves iszap a finom port megköti, a keverő dobban 2—3 mm-es pelletekké alakítja. Az ilyen pormentes, előpelletezett keverék már kedvezően, nagy termelékenységgel zsugorítható. Előpelletezés céljára kísérleteink szerint kb. max. 10% vörösiszapot kell a zsugorítandó érchez keverni. Ennél több vörösiszap bekeverése már nagyobb pelletek képzésére vezet, ami a zsugorításkor nem előnyös.

A vörösiszapnak más ércekkel együtt való kohósításakor nem hagyható figyelmen kívül az a körülmény, hogy nátrontartalma a nagyolvasztóban elgőzöl és meglehetősen komoly bajokat is okozhat. Az elgőzölt nátron egy része ugyanis a falazaton szublimál, behatol a téglák hézagaiba és pórusaiba, ott erős duzzadást okoz, tönkreteszi, elmállasztja a tűzálló falazatot. Laboratóriumi kísérleteink során megfigyeltük, hogy a szublimált nátron nemcsak a samottba, hanem még a grafitba is bediffundál és azt elporlasztja.

A vörösiszapnak más ércekkel együtt való kohósításától tehát nem lehet megnyugtató eredményt várni sem műszaki, sem gazdasági szempontból, már csak azért sem, mert ilyenkor a vörösiszap egyéb értékes alkotói, mint a Na_2O, Al_2O_3, TiO_2, V_2O_5, veszendőbe mennek. A vörösiszap feldolgozására kívánatos volna olyan komplex eljárást találni, melynek segítségével fenti anyagokat, vagy ezeknek egy részét is ki lehet nyerni.

Gyakorlatilag csak a vastartalomnak 100%-os

kihozatalával számolhatunk, a többi alkotóból 50—70% nyerhető ki. Ennek alapján évi egy millió tonna vörösiszapból az alábbi mennyiség lenne termelhető :

Kb. 300 000 t nyersvas (100% Fe-kinyerés)	à	2 500 Ft/t =	$750 \cdot 10^6$ Ft
130 000 t timföld (70% Al_2O_3-kinyerés	à	3 940 Ft/t =	$510 \cdot 10^6$ Ft
55 000 t szóda (65%-os nátron kinyerés	à	1 400 Ft/t =	$77 \cdot 10^6$ Ft
1 000 t V_2O_5 (3%-os V-kinyerés	à	108 000 Ft/t =	$108 \cdot 10^6$ Ft
		Össesen :	$1\,445 \cdot 10^6$ Ft

Ez a hatalmas összeg csupán a kinyerhető anyagok értékét mutatja, a gyártási ráfordítás jelenleg még nem adható meg, bár csak ezeknek ismeretében lehetne eldönteni, hogy mely anyagok kinyerésével érdemes és kell foglalkozni.

A vörösiszap komplex feldolgozására elvileg három utat lehet követni :

1. Vaskinyerés előtt hidrometallurgiai eljárásokkal kivonni a nátron-, timföld- és V_2O_5-tartalmat, az ezektől mentesített, most már vasdúsabb iszapot közönséges vasércként kohósítani.

2. Először a vasat kiredukálni pl. a Krupp-rögösítő eljárás szerint, a salakot feldolgozni alumíniumoxidra. Ezzel a megoldással a nátronnak egy része, a V pedig teljesen elvész.

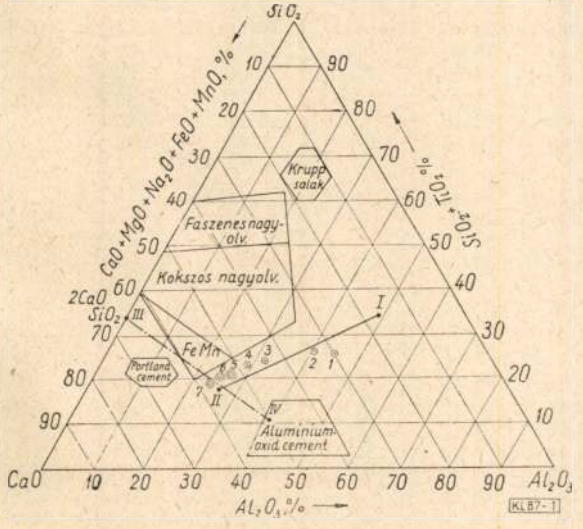
3. A vörösiszapot önmagában nyersvasra kohósítani, a vasmentes salakot alumíniumoxidra vagy cementre feldolgozni. A nagyolvasztóban elgőzölő nátront fel lehet fogni, a V a nyersvasba koncentrálódik, ahonnan nagy része kinyerhető.

Önálló kohósítás

Ha a megadott összetételű vörösiszapot önmagában kohósítjuk pl. 2% Si-tartalmú öntészeti nyersvassá, a képződő alap-salak összetétele a következő lesz :

	%		%
SiO_2	23,00	TiO_2.....	11,1
Al_2O_3	51,1	Egyéb	4,3
CaO+MgO	10,5		

Ez a salakösszetétel nagyon messze esik a szokásos nagyolvasztó salakokétól, mint azt az *1.* ábra *I.* pontja mutatja, olvadáspontja nagy, viszkozitása a nagyolvasztó hőmérsékletén kedvezőtlen. A CaO-tartalom növelésével javulnak a salak metallurgiai tulajdonságai, de nő a képződő salakmennyiség is, ami viszont a kohósítást drágítja.



1. ábra. CaO—Al_2O_3—SiO_2 salakrendszer

I ●—● *II* = a vörösiszap salakja (elméleti), + = a kísérleti olvasztások salakja, III ●—·—·—● IV = jól lúgozható salak (elméleti), ⊙ = hidraulikus salak (200 kg-os cement)

Ezek szerint vörösiszapkohósításkor arra kell törekedni, hogy minél kisebb mészhozagolással kapjuk meg azt a salakösszetételt, ami mind metallurgiai, mind továbbfeldolgozási szempontból már megfelelő. Ennek megállapítására kísérletsorozatot végeztünk, a vörösiszaphoz különböző mészmennyiséget adagolva egészen a mésztelítettség határáig, sőt mészfelesleggel is. Mésztelítettségnek az alábbi vegyületképződést vettük :

$$5\,CaO \cdot 3\,Al_2O_3 + 2\,CaO \cdot SiO_2 + CaO \cdot TiO_2$$

Ennek az összetételnek elérésére fenti alapsalak minden tonnájához 880 kg CaO-t kell adni és a salakösszetétel az alábbi lesz :

	%		%
SiO_2	12,3	TiO_2.....	5,8
Al_2O_3	27,0	Egyéb	2,9
CaO+MgO	52,0		

E salak helyét az 1. ábrán a *II.* pont jelzi. Ha az *I.* és *II.* pontot összekötjük, megkapjuk azoknak a salakoknak a helyét, melyek a vörösiszap kohósításakor különböző mennyiségű mész hozzáadására keletkeznek. Mint látható, ez a vonal a nagyolvasztó salakok és a kalciumaluminát cement között vonul el s így a vörösiszapból eddig még behatóan nem vizsgált összetételű salak keletkezik, mely a CaO-tartalmától függően hidraulikus tulajdonságú kalciumszilikátokat és aluminátokat, vagy lugozható kalciumaluminátokat tartalmaz. A jól lugozható salakösszetételnek — szovjet kutatók szerint — a *III.—IV.* vonal alatt kell lennie. Az 1. ábrát úgy szerkesztettük meg, hogy a CaO-hoz hozzászámítottuk a többi bázist: MgO-t, MnO-t, FeO-t is, a SiO_2-ben pedig savként hozzávettük a TiO_2-t.

Kohósítási kísérletek

A kohósítási kísérleteket célszerű lett volna kisméretű nagyolvasztóban végezni, ilyen azonban nem állt rendelkezésünkre, ezért a kísérleteket 120 kVA-es, három-fázisú, ferroötvözetgyártó elektrokemencében végeztük. Véleményünk szerint az itt kapott eredményekből biztosan lehet következtetni a nagyolvasztóban is gyártható salak és nyersvas minőségére és egyértelműen meghatározhatók azok a metallurgiai viszonyok, amelyek nagyolvasztóban a kohósításhoz szükségesek.

Kísérleteinkhez 10% CaO-tartalmú kausztifikált iszapot használtunk.

Az eredeti nedves, 40—45% H_2O-tartalmú vörösiszapot villamoskemencébe nem lehet adagolni, ezért előzőleg pelleteztük, majd a pelleteket 950 C° hőmérsékleten gáztüzelésű forgókemencében kiégettük. Ilyen nagy hőmérsékleten való égetés azért szükséges, mert termoanalitikai vizsgálat alapján a vörösiszap összes hidrátvíztartalmát csak 830 C°-on adja le. Porképződés a forgókemencében minimális volt. Az égetett vörösiszap pelletek összetétele :

	%		%
Fe	28,2	SiO_2	10,97
MnO	0,46	Al_2O_3	22,82
P_2O_5	0,40	CaO	11,32
V_2O_5	0,16	MgO	1,60
S	0,45	TiO_2	5,37
Na_2O	6,70		

A pörkölés alatt nátronveszteség nem mutatkozott. Kísérleteinkhez ezt az égetett vörösiszapot használtuk alapanyagul. Redukálószernek gázgyári, 10 mm-nél kisebb szemnagyságú kokszot és barnaszén félkokszot adagoltunk, melyeknek hamutartalma 30—40%, S-tartalma 3—4%. A szükséges CaO-t égetett mész alakjában adagoltuk.

Egy-egy kísérlet alatt 200 kg izzított vörösiszap és égetett mész keveréket kohósítottunk 50 kg koksszal. A villamos áram feszültsége 45—55 V. Nagyobb feszültséggel nem lehetett dolgozni, mert a salak, különösen a beolvadási periódusban, amikor még FeO-t is tartalmaz, erősen vezeti az áramot, úgy hogy az elektródák alig merülnek bele. Az elegyet az olvadásnak megfelelően folyamatosan adagoltuk a kemencébe. A beolvadási salak FeO-tól rendszerint fekete, de amint a redukció előrehaladt, színe egyre világosabb, zöldes vagy galambszürke lett. A salak színéről jól lehetett következtetni a redukció befejeződésére.

Fokozatosan növelt mészhozaggal nyolc kísérletet végeztünk. A kilencedik kísérletet oxigénes fújtatású aknáskemencében, nagyolvasztó modellben folytattuk le.

A kísérleti adatokat és a belőlük számítható műszaki mutatókat az *1. táblázat* mutatja. A salakszámot a következő képlettel számoltuk :

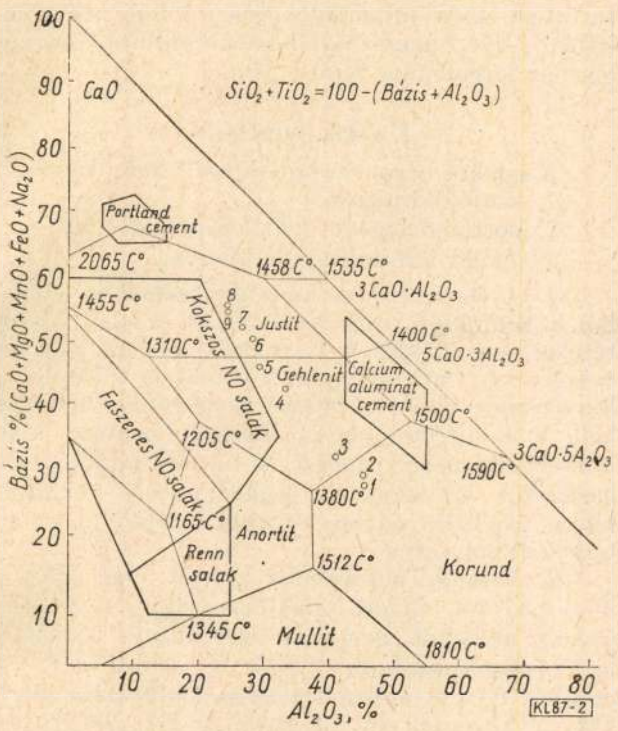
$$p = \frac{100 - (SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2)}{SiO_2 - Al_2O_3 + TiO_2}$$

A különféle mészhozaggal képződött salakok ásványtani összetétele a *2. ábrán* látható. Ez az ábra csak két alkotót, CaO-t, helyesebben a bázisokat (CaO + MgO + MnO + FeO + Na_2O stb.) és Al_2O_3-at tüntet fel, de tulajdonképpen háromalkotós, mert a SiO_2 + TiO_2 az ábra minden pontjára kiszámítható, a következő összefüggés alapján : (SiO_2 + TiO_2) = 100 — (bázis + Al_2O_3).

Az 1. kísérlet alatt meszet nem adagoltunk. A kiredukált salak olvadáspontja és viszkozitása nagy, a kemencéből kimert salakpróbát alig lehetett a kanálból kiönteni. A lassan lehűlt salak kristályos szerkezetű, rendkívül kemény, az üveget is karcolja, nyilvánvalóan korund típusú. A nyersvas törete feles, kéntartalma sok.

Vörösiszap kohósítás 120 kVA-es elektromos kemencében *1. táblázat*
Kísérleti eredmények

Salakösszetétel, %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
FeO	0,60	0,50	0,54	0,60	0,37	0,32	0,32	0,35	0,38
SiO_2	18,42	19,70	20,10	18,98	17,64	16,30	15,60	13,95	16,20
Al_2O_3	45,34	45,14	41,00	32,95	39,35	28,37	26,63	24,73	24,61
CaO	22,01	20,75	24,80	30,60	39,03	41,46	43,71	45,86	51,45
MgO	2,20	3,60	2,60	5,60	3,80	4,20	5,00	6,10	2,80
TiO_2	8,45	6,29	6,44	5,72	6,15	5,02	5,29	5,29	4,15
Na_2O	3,20	3,10	4,10	4,00	2,20	2,50	2,20	2,40	—
S	0,50	1,00	0,54	0,84	0,83	0,92	0,82	0,99	—
Salakszám, p	0,39	0,41	0,57	0,73	0,85	1,05	1,10	1,27	1,22
Olv. pont, C°	1345	1390	1270	1350	1370	1320	1310	1300	1315
Salakmennyiség, kg/t nyersvas	1700	1620	1840	2350	2560	2740	2930	3160	3000
Salakmennyiség, kg/t vörösiszap	510	510	556	700	784	810	870	930	935
Nyersvasösszetétel, %									
C	3,18	3,24	3,57	4,04	4,40	4,00	4,50	2,73	4,15
Si	1,32	4,71	0,67	0,41	0,39	0,10	0,04	0,01	1,56
Mn	0,34	0,59	0,60	0,63	1,12	0,82	0,74	0,36	1,15
P	0,55	0,50	0,46	0,42	0,46	0,66	0,61	0,48	0,43
S	0,18	0,10	0,026	0,03	0,005	0,015	0,01	0,009	0,007
Ti	1,00	1,88	0,45	0,81	0,98	0,16	0,16	0,04	1,35
V	0,26	0,30	0,22	0,22	0,29	0,31	0,30	0,22	0,30
Ti redukció, %	19,00	18,00	4,00	6,00	9,00	1,5	1,5	0,5	15,00
Na_2O elgőzölés, %	75,00	75,00	64,00	64,00	75,00	67,00	72,00	67,00	100,0



2. ábra. Salakok ásványtani összetétele
$SiO_2 + TiO_2 = 100$— (bázis + Al_2O_3)

A *2.* kísérlet alatt ugyancsak mészhozag nélkül nagyobb Si-tartalmú nyersvasat gyártottunk. A 4,71% Si-tartalmú nyersvas törete szürke, finomszemcsés, de kéntartalma még mindig nagy, ez a p = 0,4 bázikusságú salak igen erős redukáló viszonyok között sem tudta a kéntelenítést elvégezni. Ilyen kis CaO-tartalmú, tehát savanyú salakokkal nem lehet kénszegény nyersvasat gyártani.

A *3.* kísérlet alatt a vörösiszaphoz 5% égetett meszet adagoltunk. Az aránylag kis mészmennyiség lényegesen javította a salak viszkozitását és csökkentette olvadáspontját. A salak bázikussága p = 0,57, tehát még mindig erősen savas jellegű, de a nyersvasat mégis tökéletesen kéntelenítette. A nyersvas törete szürke.

A *4.* kísérlet alatt 15% CaO-t adagoltunk. A kiredukált salak világosszürke színű, viszkozitása megfelelő, bázikussága p = 0,73. A nyersvas kis Si-tartalom mellett is kénszegény, törete feles, szürke.

Az *5.* kísérlet alatt a salak bázikusságát 30% CaO adagolással p = 0,85-re növeltük. Ez a salak igen erőteljesen kéntelenített, mert a nyersvas csak 0,005% S-t tartalmaz.

A *6.* kísérlet alatt 35% CaO-t adagoltunk. A salak bázikussága p = 1,05 és így megfelel a szokásos nagyolvasztósalakok bázikusságának. Kéntelenítő hatása azonban lényegesen jobb, mert a 0,1% Si-tartalmú nyersvasat is tökéletesen kéntelenítette. A lassan lehűlt salak világosszürke porrá omlott szét. Az elporlott és a finomra őrölt salak hidraulikus kötőképességet mutat.

A *7.* kísérlet salakjának bázikussága p = 1,1. Ez a salak levegőn szintén elporlott és hidraulikus tulajdonságú. A nyersvas alig tartalmaz Si-ot, a Ti redukciója is minimális, a V azonban teljes mennyiségben redukálódott. Ilyen nyersvasból előfrissítéssel a vanádiumot jó hatásfokkal lehet kinyerni.

A *8.* kísérlet alatt redukálószerül barnaszén félkokszot használtunk és a mészhozagot 45%-ra növeltük. A p = 1,27 bázikusságú salak még hígfolyós, a nagyolvasztó követelményeinek is megfelel. A redukcióhoz adagolt 25%-nyi félkoksz azonban kevésnek bizonyult, mert a nyersvas C-, Si- és Ti-tartalma kicsi, de az erősen bázikus salak még ezt a hideg fehér töretű nyersvasat is jól kéntelenítette.

9. Kísérlet

Az elektromos kemencében eddig végzett kísérletekből az tűnt ki, hogy a salak bázikusságának növelésével a Si redukciója egyre nehezebb lesz. Ez részben annak is következménye, hogy a salakszám növelésével a salakmennyiség is egyre növekedett és így a redukáló koksznak lehetősége volt a salak felszínére kiúszni. Ilyen körülmények között a Si redukciója már nehezen megy.

A vörösiszap nátrontartalmának az elektrokemencében végzett kísérletek alatt 60—70%-a gőzölt el, ami szintén arra vezethető vissza, hogy elektrokemencében, különösen nagy tömegű salakkal a redukciós viszonyok nem elég intenzívek.

A 9. kísérletkor a nyersvas Si-tartalmának növelésére, valamint a vörösiszap nátrontartalmának viselkedésére kísérletet végeztünk a nagyolvasztó elv alapján működő aknás kemencés kohósításra is. Kísérleti aknás kemencénk medenceátmérője 250 mm, űrtartalma 70 liter, 1 db 10 mm átmérőjű fúvókával meleg levegő helyett oxigénben dúsított levegővel lehet fújtatni.

A kohósítást diónagyságúra tört nagyolvasztói koksszal végeztük. Megfelelő medencehőmérséklet biztosítására 40% O_2-tartalmú hideg levegővel fújtattuk az olvasztót.

A nyersvas és salak csapolása símán ment, a salak hígfolyósnak mutatkozott.

A nyersvas törete szürke. Összetétel szempontjából megfelel annak a minőségnek, amit a vörösiszaptól várni lehet. A salak teljesen szétporlott fehér színű porrá. A Ti redukciója 15%, a V gyakorlatilag 100%-ban redukálódott. Az elporlott salak hidraulikus tulajdonságú és 15,8% vízoldható alkotót is tartalmaz.

A vízzel kioldott anyag összetétele :

	%
Al_2O_3	45,40
CaO	22,38
SiO_2	0,03

Ez azt jelenti, hogy a salakban levő alumíniumoxidnak mintegy 30%-a vízoldható alakban van jelen.

A távozó kb. 2000 cal/m³ fűtőértékű torokgázok egy részét zsákszűrős porleválasztón vezettük át. A felfogott, szublimáció útján keletkezett porból többször vettünk mintát. E minták

Na_2O-tartalma 39,3—64% között váltakozott. Az egyesített por átlagos összetétele :

	%		%
Na_2O	43,8	MgO	3,8
SiO_2	12,1	FeO	4,9
Al_2O_3	8,4	MnO	1,0
CaO	15,1	C	6,6
Izz. v.	5,1		

A salak elemzése alapján a jelenlevő nátron teljesen elgőzölt.

E kísérlet igazolta, hogy a vörösiszap alacsonyaknás olvasztóban is kohósítható Ti-, V-tartalmú öntészeti nyersvassá. A nátron gyakorlatilag teljesen elgőzöl, lehűlve por alakban szublimál és ez a por megfelelő szűrőberendezésben felfogható.

A kísérleti eredmények értékelése

Metallurgiai viszonyokra vonatkozó eredmények :

1. A meszezetlen vörösiszap önmagában, tehát mészhozagolás nélkül nem alkalmas nagyolvasztóban való kohósításra, mert a képződő kb. 0,4 bazicitású salak viszkozitása igen nagy és kéntelenítő hatása sem kielégítő.

2. Ahhoz, hogy a salak a nagyolvasztó követelményeinek megfeleljen, a salakszámnak legalább 0,55-nek kell lennie. Ez akkor következik be, ha a meszezetlen izzított vörösiszaphoz 10—15% CaO-t adunk. A mészhozagnak további növelésével hidraulikus tulajdonságú, majd mésztúltelítettségen timföldre közvetlenül lúgozható salakok képződnek. p = 1,3-ig ezek a nagy bázikusságú salakok is gyárthatók nagyolvasztóban.

3. A salak kéntelenítő hatása p = 0,55 felett igen erőteljes és így a kohósításhoz nagy S-tartalmú barnaszén koksz vagy gázkoksz is felhasználható.

4. A nyersvasba a jelenlevő Ti-nak 10—20 százaléka, a V-nak 90—95%-a, P-nak 95%-a redukálódik.

5. A vörösiszap nátrontartalmának nagy- része elgőzöl, éspedig elektrokemencében 70%-a, nagyolvasztóban 90—95%-a. Az elgőzölt Na_2O portalanító berendezésben felfogható.

A nyersvas minősége

A vörösiszapból termelhető nyersvas összetétele :

	%		%
C	3,6—4,5	S	0,005—0,04
Si	0,1—4,0	Ti	0,05 —2,0
Mn	0,5—0,6	V	0,2 —0,3
P	0,4—0,6		

A nyersvas Si-tartalma a megadott határok között bármely értékre beállítható, úgyszintén a Ti is. Növekvő Si-tartalommal azonban a Ti is nő. A nyersvas V-tartalma állandó és csupán a vörösiszap V-tartalmától függ. Ha a nyersvasból a V-t ki akarjuk nyerni, célszerű egészen kicsi, 0,1% Si-tartalmú nyersvasat gyártani. Ebből előfrissítéssel már nagy V_2O_5-tartalmú salak termelhető.

A nagy Si-tartalmú nyersvas elsősorban mint öntészeti nyersvas jöhet számításba. Ti- és V-tartalma miatt, mint különleges minőség is értékesíthető. Ilyen nyersvasat hosszabb idő óta Norvégia hoz forgalomba Vantit néven.

A salak minősége

A salakot három szempontból lehet értékelni :

1. timföldkinyerés,

2. portlandcement gyártási pótlék,

3. önálló hidraulikus kötőanyag.

1. A vörösiszapból képződő vasmentes salakból a timföldkinyerés műszakilag minden összetétellel megoldható. A korund és gehlenit mezőbe eső kisebb CaO-tartalmú salakokból a timföldkinyeréshez előzetes szódás zsugorításos feltárás kell, a Justit-mezőbe eső salakok azonban már közvetlenül is lúgozhatók. A timföld minőségi és gazdasági szempontból legkedvezőbb CaO-tartalom meghatározására további rendszeres kutatást kell folytatni.

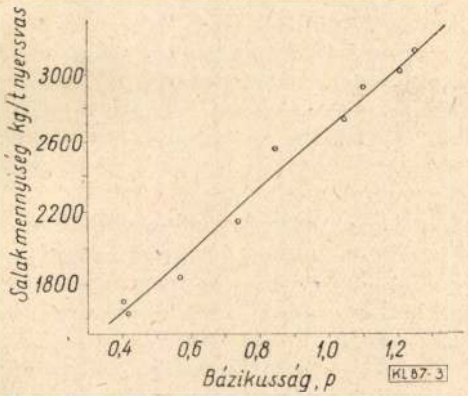
2. A salak hidraulikus értéke igen nagy : F = 2,6—3,8. Ilyen salakokat, mint portlandcement adalékot, még nem vizsgáltunk. A jelenlegi nagyolvasztó salakjaink F értéke 1,4, és ezekből 400-as portlandcement előállítására 40—48%-ot kevernek a klinkerhez. Az F = 2,6 hidraulikus értékű vörösiszap salakból a portlandcement salakhozagja esetleg megkétszerezhető, ami a cementgyártásunk kapacitását minden beruházás nélkül lényegesen megnöveli és a cement önköltségét csökkenti, illetve az ilyen salaknak jelentős értéket lehet tulajdonítani. Külföldi viszonylatban az F = 1,9—2 értékű salakokat háromszor akkora áron értékelik, mint a szokásos nagyolvasztó salakot. Cementadalék céljára a gehlenit-mezőbe eső salakok látszanak alkalmasnak. Ebben az irányban szintén célszerű kutatásokat végezni.

3. A kísérleteink során termelt salakok hidraulikus tulajdonságait a Dunai Cement- és Mészmű szakembereivel vizsgáltattuk meg. A gehlenit-mezőben levő p = 0,85-nél savanyúbb salakok önmagukban nem mutatnak kötőképességet. Ennél nagyobb bázikusságon a salakok már hidraulikusan kötnek. A belőlük csupán őrléssel készült cement szilárdsága hét napos korban 200 kg/cm², 28 napos korban 270 kg/cm². A p = 1,2-nél bázikusabb salakok hidraulikusan kötnek ugyan, de már mésszel túltelítettek és így a szabványos cement minőségének nem felelnek meg. Ezek a salakok inkább közvetlen timföldlúgzásra értékesíthetők. A Dunai Cementmű salakvizsgálatra vonatkozó jelentése szerint MSZ szabvány vizsgálatkor „a salakminták jó kezdeti szilárdságot mutatnak és két napos korban már elérik a 28 napos szilárdság 40—60%-át. Kötésidő és térfogat állandóság szempontjából kielégítik az MSZ szabvány követelményeit. Szilárdság szempontjából a 250-es márkájú MSZ szerinti és a 120—150-es márkájú DIN szerinti kötőanyagnak felelnek meg."

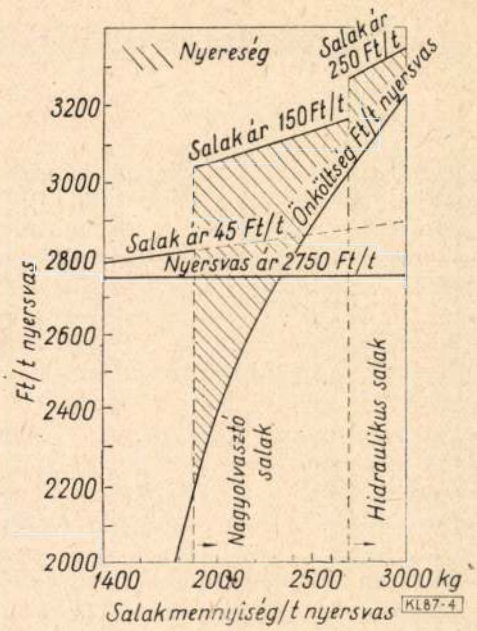
Gazdasági kérdések

A vörösiszap kohósításakor legjelentősebb költségtényezők az adagolhatóvá tétel, vagyis a darabosítás, és a kohósítás kokszszükséglete.

A darabosítást legcélszerűbben tűzi úton, zsugorítással lehet elvégezni, mégpedig úgy, hogy a szükséges meszet is hozzázsugorítjuk az iszaphoz. Így olyan hidrátvíz- és CO_2-mentes önjáró ércet kapunk, mely a legkisebb kokszfelhasználással kohósítható. A kohósításhoz adagolt mész, vagyis



3. ábra. A vörösiszapból képződő salakmennyiség



4. ábra. A vörösiszap-kohósítás költsége

a salakszám növelésével nő a zsugorítandó elegy mennyisége és ezzel a darabosítás költsége, nő továbbá az 1 t nyersvas mellett képződő salakmennyiség *(3. ábra)* és ezzel a fajlagos kokszfelhasználás is. Mindezeket, valamint a termelékenység csökkenését is figyelembe véve, a vörösiszapkohósítás önköltsége — jelenlegi árak mellett — 1 t nyersvasra vonatkoztatva, a salakmennyiség függvényében, a *4. ábra* szerint változik. Ebben a számításban 1 t vörösiszapnak előkészítési, zsugorítási költségét 226 Ft-tal vettük figyelembe, ami az országos érczsugorítási árnak felel meg.

Ha termelési értéknek csupán az öntészeti nyersvas árlista szerinti árát vesszük figyelembe, a kohósítás nyersvastonnánként 2550 kg salakmennyiségig gazdaságos. Ez a salakmennyiség kb. 20%-os mészhozagolásnak felel meg, de miután a salakminőség — kísérleteink szerint — már 10%-os mészhozaggal is megfelel a metallurgiai feltételeknek, a vörösiszapnak öntészeti nyersvassá való kohósítása a salak értékesítése nélkül is gazdaságos lehet akkor, ha a vörösiszapnak külön árat nem tulajdonítunk. Ilyenkor a salak költség nélkül áll rendelkezésre timföldre vagy cementre való feldolgozáshoz.

Egyesületi hírek

Az Almásfüzitői Timföldgyár OMBKE helyicsoportja 1963 szeptember 25—26-án kibernetikai előadássorozatot tartott az üzem műszaki dolgozói részére.

Az előadók a Magyar Tudományos Akadémia Kibernetikai Csoportja munkatársai voltak.

A következő előadásokat tartották:

Számrendszerek, számolás kettes számrendszerben.
Elektronikus számítógépek szerkezete és működése. Logikai áramkörök.
Analóg számítógépek szerkezete és működése.
Digitális számítógépek programozása.
Folyamatok vezérlése számítógépekkel.
Adatfeldolgozás digitális számítógépekkel.

Pohner J.—Décsi Z.

Műszaki eseménynaptár

Jan. 1. 70 éve (1894) halt meg *Hertz, Heinrich* német fizikus (szül. 1857), aki elsőnek hozta létre a hosszú hullámú elektromágneses hullámokat.

4. 120 éve (1844) született *Lengyel Béla* magyar vegyész (megh. 1913) a kísérleti kémia egyik hazai úttörője, a magyar búzafajták első vegyészvizsgálója.

7. 125 éve (1839) mutatta be *Arago, D.* francia fizikus (1786—1853) *Daguerre, L. J. M.* francia festő (1789—1851) foto eljárását a francia Tudományos Akadémián.

7. 60 éve (1904) halt meg *Hefner-Alteneck, Friedrich* német elektrotechnikus (szül. 1845), Siemens munkatársa, a róla elnevezett lámpa feltalálója.

10. 135 éve (1829) született *Wein János* (megh. 1908) a budapesti Vízművek első műszaki vezetője.

23. 230 éve (1734) született *Kempelen Farkas* (megh. 1804) a XVIII. sz. egyik jelentős magyar tudósa és feltalálója.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.), Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336-309.

Nagytisztaságú, ötvözött szerkezeti acélok gyártása

LERCH JÓZSEF okl. kohómérnök

DK 669.14.018.29.002.2

Korunkban, melyet joggal nevezünk az atom és rakétatechnika korának, a technika területén elért hatalmas eredmények egyre növekvő és szigorúbb követelményeket támasztanak az acél minőségével, legfőképpen tisztaságával szemben. A fokozott minőségi igények kielégítése a gyártás irányításának pontosságát, a gyártási eljárások korszerűségét, ezen felül gondos gyártást és minőségi ellenőrzést követel.

Az acél szennyezői, különösen a nemfémes zárványok, nagymértékben rontják az acél fizikai tulajdonságait. Ezért a nemfémes zárványok csökkentése acélgyártóink elsőrendű feladata.

Az acélokból a zárványok eltávolításának lehetőségét két különböző alapból kiinduló elmélet magyarázza. Az első lényege az, hogy a folyékony acélban levő zárványok annál gyorsabban emelkednek fel az acélfürdőből és kerülnek a salakba, minél nagyobbak a zárványrészecskék méretei és e közben a Stokes-törvényt követik :

$$V = \frac{2}{9} \cdot g \Delta s \cdot r^2 \frac{1}{\eta}, \quad \text{ahol}$$

V = az emelkedési sebesség (cm/sec) ;
g = a gravitáció ;
r = a zárványrészecske sugara ;
Δs = a fajsúly különbség a folyékony acél és a zárványrészecske között ;
η = a viszkozitás poiseban.

Ez az elmélet feltételezi, hogy a zárvány részecskék egymással és a felszálló gázbuborékokkal koagulálnak. Hibája e nézetnek az, hogy Stokes-törvénye csak a lineáris mozgást veszi számításba, holott tudvalevően az acél csapolása és öntése közben jelentős turbulencia lép fel. Különösen az utóbbi időben szokásos nagyobb öntési sebesség miatt a megnövekedett turbulens mozgás következtében a zárvány részecskék nem koagulálnak, hanem ellenkezőleg emulgálódnak, ezért e részecskék emelkedési sebessége minimálisra csökkenhet.

A másik elmélet szerint a zárvány felemelkedésének sebessége a folyékony acél és a benne levő zárvány részecskék között kialakuló felületi feszültségtől, illetve a folyékony acélnak a zárványra kifejtett nedvesítő hatásától függ. E nézetet támasztja alá az a tény is, hogy a legtöbb esetben a nagyméretű — főleg szilikát — zárványok emelkedési sebessége sokkal kisebb, mint az igen kisméretű, diszperz eloszlású fémoxid zárványoké. Az acél gyártása és öntése során mindkét szabályt figyelembe kell venni.

A nagyobb méretű és gyakran előforduló exogén szilikát zárványok, amelyek a kemencebélés anyagából, a csapolócsatorna, az üst, vagy az öntőszerelvények tűzálló anyagából származnak, könnyen felismerhetők. Ismeretesek azok a radioaktív izotóppal (Ca^{45} stb.) végzett kísérletek is, amelyek eredményeképpen meghatározhatók a szennyeződés okozói, következésképpen ki tudjuk választani azokat a jóminőségű tűzálló anyagokat, amelyek használata minimális szilikát zárvány szennyeződést okoz. Ismert az is, hogy az acélok szilikát zárványtartalma egyes timfölddús tűzálló anyagok használatával mintegy felére csökkenthető. E módszer természetesen csak a fent említett típusú zárványok eredetének meghatározására és az ezt követő tennivalókra ad felvilágosítást.

Sokkal bonyolultabb az egyéb eredetű zárványok eredetét megállapítani és azokat az intézkedéseket meghatározni, melyek nagy tisztaságú, nagy mechanikai igénybevételeknek ellenálló acélminőséget adnak. E cél érdekében ötvözött szerkezeti acéllal villamoskemencében kísérletsorozatot végeztünk, melynek eredményeként új gyártási módszert dolgoztunk ki azokra az acélminőségekre, amelyekben a lehető legkisebb zárványtartalom elérése a fő cél.

Az új módszerben :

a) meghatároztuk a kemence állapotára, a betét és a hozag- és ötvöző-anyagok minőségére vonatkozó legfontosabb követelményeket,

b) megállapítottuk a frissítés legkedvezőbb sebességét,

c) megváltoztattuk a salakvezetés, a kikészítés és a dezoxidálás módját,

d) szabályoztuk a csapolási és öntési hőmérsékletet, valamint az öntési hőmérséklettel összehangolt öntési sebességet.

Az új módszer ismertetése megköveteli, hogy vázoljam a régi eljárás főbb előírásait, amely szerint gyártott acélok összes nemfémes zárványtartalma átlagosan — a Jernkontoret skála szerint — 6—7 fokozatot ért el. Ezen belül a szilikát zárványok 3-as fokozatúak, a szulfidzárványok 2,5-es fokozatúak voltak, mindkét zárványtípus 8—12 μ-os vastagságú volt. Az alumíniumos dezoxidálás miatt ezenkívül még főként Al_2O_3 zárványokat is tartalmazott az acél.

A régi gyártási módszer alapján a frissítés közepes (0,3% C/h) sebességgel folyt le, majd a fekete salak lehúzása után karbid-salakot képeztek a fürdőn. Az acél csillapítására FeSi-t és Al-t adtak az üstbe.

A csapolás hőmérséklete 1580 C° (0,50% C-tartalom), a legnagyobb öntési sebesség (emelkedési sebesség) 300 mm/perc volt.

Az új módszer lényegesen eltér a korábbiaktól. Már a hulladékot is gondosabban válogatjuk meg és csak 0,025%-nál kevesebb S-t tartalmazó hulladékot használunk e minőségek gyártására.

Az oxidálást nagy sebességgel végezzük (0,6% C/h), majd a fekete salak lehúzásának megkezdése előtt kb. 3 kg/t 12% Mn-tartalmú tükörvasat viszünk a fürdőbe.

A salakot úgy húzzuk le, hogy a kemencét hátra buktatva a berakóajtón keresztül lefolyatjuk a salakot, majd salaklehúzóval addig tisztít-

juk a fürdő felületét, míg azon 20 mm Ø-nél nagyobb salakfolt nem marad.

Frissítéskor az adagot 0,04% C-nal a C előírás alsó határa alá frissítjük.

A frissítéskor a kellő foszfortalanítás biztosítása érdekében a salak bázicitását kb. 2,7-en kell tartani. Ez a bázikusság felel meg a salakban oldott CaO-tartalom legnagyobb aktivitásának. Ennek fenntartására a frissítés periódusában is állandóan frissen égetett meszet kell hozagolni.

A salaktól megtisztított acélt azután az előírt összetételnek megfelelően felkarbonizáljuk. Majd a fürdőt jelentősen előzdezoxidáljuk FeMn-nal, FeSi-mal és Al-mal.

A dezoxidálószereket granulált, vagy őrölt állapotban visszük a salaktól megtisztított fürdőre. Előzdezoxidálás után a korábbi gyártástól eltérően karbid-salakot (CaC_2) nem engedünk képződni, hanem a salakot FeSi porral folyamatosan dezoxidáljuk A salak Si-os dezoxidálása közben a Si-ot az előírás mértékéig diffúziós úton visszük a fürdőbe. Ezért a továbbiak során az üstbe FeSi már nem kerülhet. Az így képzett fehér salak mennyisége kb. 1,5-szerese a korábban használatos karbidsalak mennyiségének. A Mn-tartalom korrigálását még a dezoxidálás időszakában végezzük el a kemencében. Az utolsó merítőpróba eredményétől függően az ötvözőelemek korrigálását is a dezoxidálás időszakában kell elvégezni.

A diffúziós dezoxidálással gyártott adagok kikészítési ideje 15 t-s villamos ívkemencében általában a korábbi 40—50 percről 50—60 percre növekedett. A csapolási hőmérséklet merülő pirométerrel mérve, 0,50% C-tartalom mellett, Cr, Ni, W ötvözetű acélokra 1610 C°.

Közvetlenül a dezoxidálás előtt a salak felét lefolyatjuk, majd a dezoxidálási periódus végén, a csapolás előtt lándzsa segítségével a kemencébe 0,15 kg/t Al-ot viszünk úgy, hogy az Al a kemence fenekén oldódjék.

A csapolást megelőzően a csapoló csatornát gondosan ki kell tisztítani és vízüveges oldattal úgy kell bevonni (szórópisztoly, vagy ecset segítségével), hogy az száradás után filmszerű, vékony, összefüggő réteget alkosson.

Az adagot csak olyan üstbe szabad csapolni, melyből előzőleg legalább már két alkalommal más minőségű acélt öntöttünk. Az üstöt öntés után vízpermettel nem szabad hűteni. A kokillákat gondosan ki kell tisztítani és kb. 80 C°-os hőmérsékleten vízmentes lakkal kell kezelni. Javítás masszával kemence bélésen, csapoló csatornán, üstön és az öntőtáblán nem engedhető meg. Az üstben az acélt minden esetben Zr-nal dezoxidáljuk.

A Zr-os dezoxidálás mellett az alábbi előnyök szólnak :

1. A Zr igen hatásos dezoxidáló szer. Az *1. táblázat* a legintenzívebb dezoxidáló képességű anyagok összehasonlítását tartalmazza.

A kísérletek azt bizonyították, hogy Zr-nal dezoxidált acélok O_2-tartalma, a Si-mal dezoxidált

1. táblázat

Különféle dezoxidáló szer dezoxidálóképességének összehasonlítása

A dezoxidáló anyag	*F*-kal/1600 C°-on[1]	O_2-tartalom %-ban, az acél egyensúlyi állapotában, 0,01% dezoxidáló anyag beadásakor
Si	—21 170	$3{,}38 \cdot 10^{2}$
Ti	—29 960	$3{,}19 \cdot 10^{3}$
Al	—39 110	$7{,}42 \cdot 10^{4}$
Zr	—45 010	$5{,}59 \cdot 10^{5}$

[1] *F* = szabadenergia.

acélokhoz viszonyítva csak mintegy 50%-ot ér el.[2]

2. A Zr affinitása a N_2-hez igen nagy. A Zr ezért mint denitráló is jelentős szerepet játszik. Az acélok összes gáztartalmát csökkenti. Összehasonlításképpen a *2. táblázatban* közlöm a Zr és Si nitridképződési reakciójának két legjellemzőbb adatát.

2. táblázat

A Si és a Zr denitráló hatása

Denitráló szer	*F*-kal/1600 C°-on[1]	N_2-tartalom %-ban, az acél egyensúlyi állapotában, 0,01% dezoxidáló anyag beadá akor
Si	+ 3 770	2,04
Zr	—21 680	0,03

[1] *F* = szabadenergia.

A fentiek következtében jelentősen csökken a nitridzárványok mennyisége is. Ezenkívül azonban Zr_3N_2 és egyes esetekben ZrN—ZrC ciánnitridzárvány képződéssel is kell számolnunk.

3. A Zr kéntelenítő tulajdonsága megegyezik a Mn-éval. A kéntelenítés hatásfokában azonban azt felülmúlja. A Zr e tulajdonságára még 1923—24-ben *Feild* hívta fel a figyelmet [5].

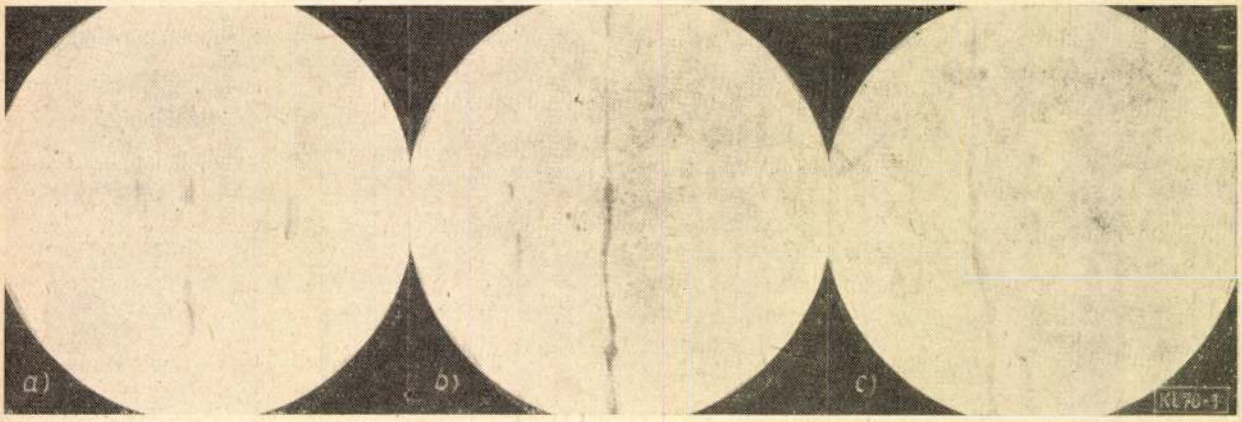
Az S-koncentráció csökkenése pedig a szulfidzárványok csökkenésével jár együtt.

Az előbb említett előnyökhöz kell számítanunk azt is, hogy a Zr kedvező hatású a szövetszerkezetre, a kristályok méreteire, növeli az acél átedzhetőségét, csökkenti a vöröstörésre hajlamosságát, növeli az acél mechanikai, korrózióellenálló tulajdonságait. Ha a fentiekben vázolt előnyökön végigtekintünk, akkor el kell ismernünk, hogy a gondos diffúziós előzdezoxidálás és a Zr-os dezoxidálással járó többletköltség az acél minőségének javulásában bőségesen megtérül.

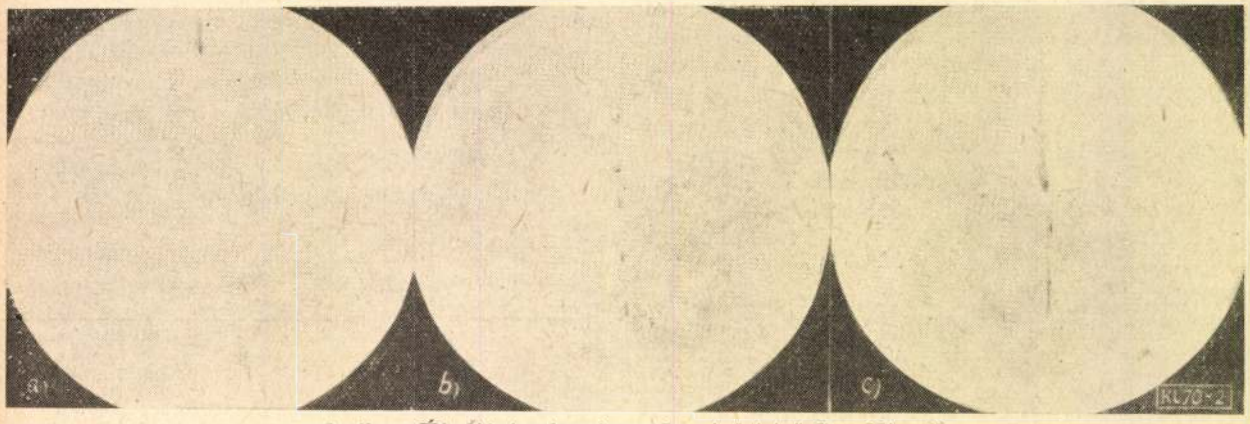
Az acélt min. 1570 C°-on öntsük. Az ehhez tartozó emelkedési sebesség kb. 600 mm/perc (egy 1500 mm törzshosszúságú tuskó öntési ideje, tehát 2—2,5 perc).

A látszólag nagy öntési hőmérséklet és öntési sebesség azért alkalmazható, mert a gyártott acél olyan kis gáz- és zárványtartalmú, melynek

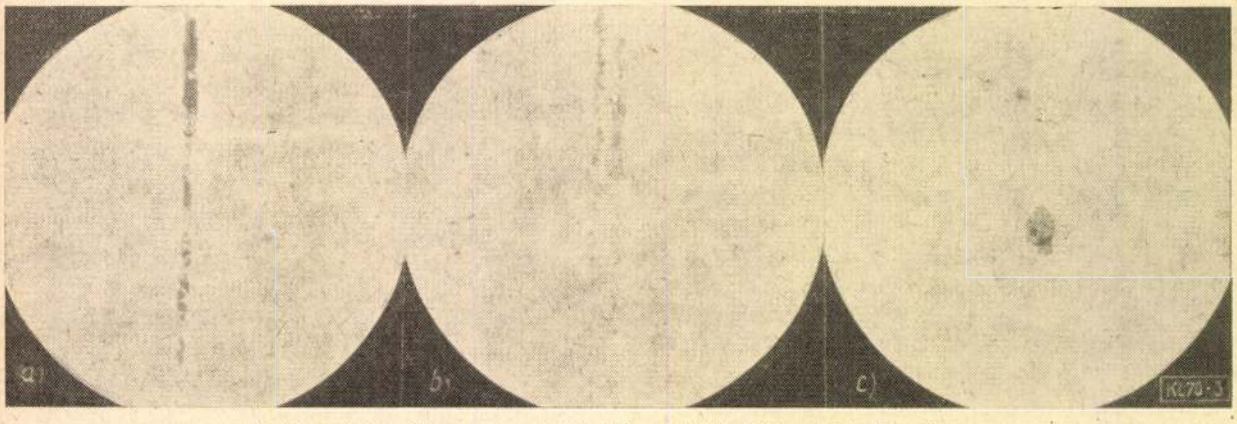
[2] *Wahlster* ötvözetlen acélon végzett dezoxidációs kísérletei más eredményre vezettek, ami alátámasztja azt az egyre jobban terjedő nézetet, miszerint minden egyes acéltípusnak más és más az optimális dezoxidációs módszere (a szerkesztő).



1. ábra. Régi eljárással gyártott I. minősítésű Cr—Ni-acél
a = A 2 vastag zárvány, *b* = B 3 vastag komplex zárvány, *c* = C 3,5 vastag zárvány, nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros)



2. ábra. Új eljárással gyártott I. minősítésű Cr—Ni-acél
a = A 1,5 vékony zárvány, *b* = B 1,5 vékony zárvány, *c* = C 2,5 vékony zárvány, nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros)



3. ábra. Régi eljárással gyártott II. minősítésű Cr—Ni--W-acél
a = B 3 vastag komplex zárvány, *b* = B 3,5 vastag zárvány, *c* = C globuláris zárvány (JK-skála szerint nem minősíthető), nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros)

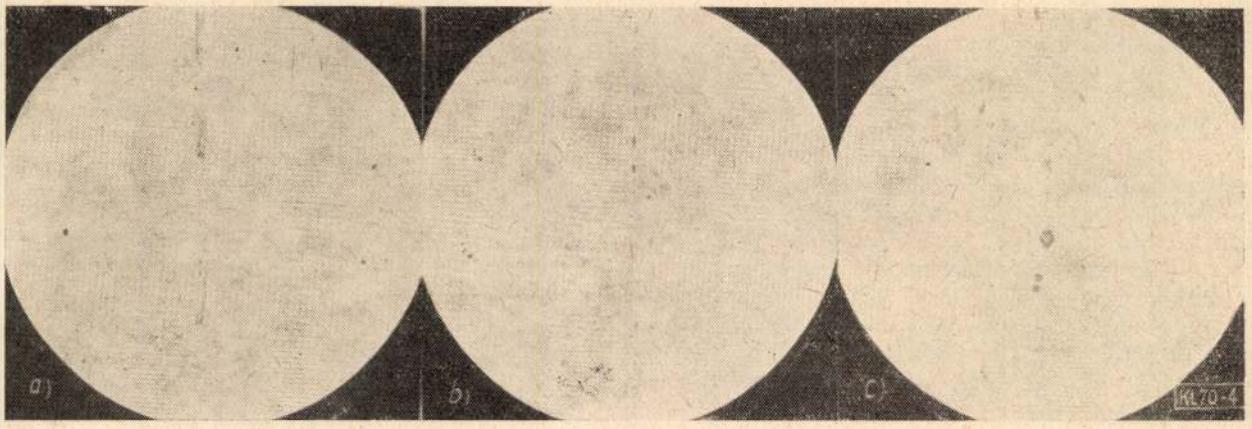
következtében a tuskó kéregképződése közben hossz- és keresztirányú repedések (szakadások) nem léphetnek fel.

Azért öntünk aránylag nagy hőmérsékleten és nagy sebességgel, hogy a megfelelően túlhevített folyékony acélból az egyes zárványrészecskék felemelkedéséhez kedvező körülményeket teremtsünk. Ezek a körülmények : *a)* az acél rövid ideig tartó turbulens mozgása, ennek következményeként viszonylag hosszú ideig tarthat a zárványok lineáris emelkedése, *b)* az acél kis viszkozitása (0,024 poise), mely lehetővé teszi a zárványok gyorsabb emelkedését.

A két eljárás eredménye közti különbséget az alábbi három különböző minőségű acél zárványvizsgálatai kellően szemléltetik *(1., 2., 3., 4., 5.* és *6. ábra)*.

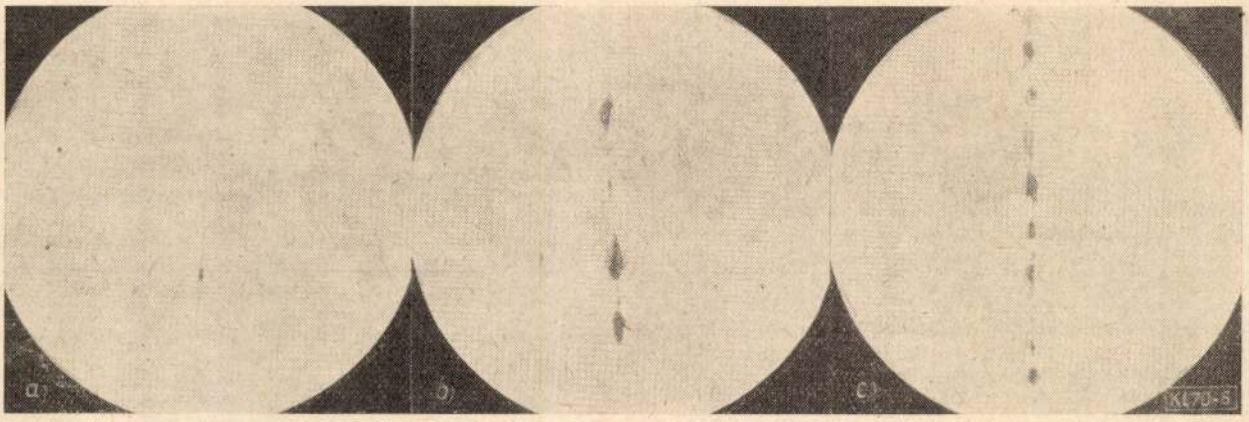
Az I-es minősítésű acélból vett csiszolatok a régi gyártási eljárás szerint az *A* zárványtípusból 2-es fokozatú, 8—12 μ-os vastagságú, a *B* zárványtípusból 3-as fokozatú, 8—12 μ-os vastagságú, a *C* zárványtípusból 3,5-es fokozatú, 8—12 μ-os vastagságú zárványsorokat mutattak.

Az új eljárás szerint gyártott, ugyanezen minőségű acélok zárvány tartalma a legrosszabb helyen mérve sem haladja meg az *A* zárvány



4. ábra. Új eljárással gyártott II. minősítésű Cr—Ni—W-acél

a = B 2 vékony zárvány, *b* = B 2 vékony zárvány, *c* = B 2 vastag zárvány, nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros)



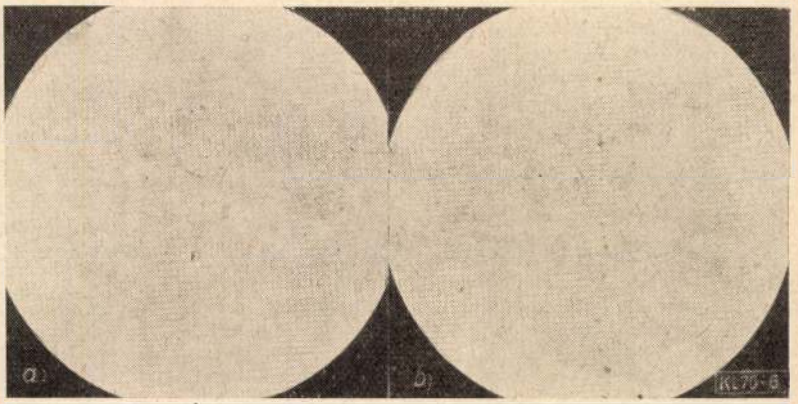
5. ábra. Régi eljárással gyártott III. minőségű Ni-acél

a = A 1 vékony zárvány, *b* = B 2 vastag zárvány, *c* = C 3 vastag zárvány, nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros

típusból a 1,5-es fokozatú 4—6 μ-os vastagságú, a *B* zárványtípusból a 1,5-es fokozatú 4—6 μ-os vastagságú, a *C* zárványtípusból a 3-as fokozatú, 4—6 μ-os vastagságú szét szakadt zárványméreteket.

Jelentős az a tény is, hogy összefüggő szilikát zárványsort egyáltalán nem találtunk az acélban.

A II-es minősítésű acélból vett csiszolatok vizsgálatai hasonló képet mutatnak. A régi gyártási eljárás szerint, *C* zárványtípusból a JK-skála szerint nem minősíthető gömbzárványokat kaptak. Az új gyártási eljárás 2-es fokozatú zárvány nagyságánál nagyobb zárványt nem adott.



6. ábra. Új eljárással gyártott III. minősítésű Ni-acél

a = A 1 vékony zárvány, *b* = B 2,5 vékony zárvány, nagyítás 70-szeres (eredeti 100-szoros)

A III-mas minősítésű acélból vett csiszolatok *C* zárványtípust az új gyártás során nem tartalmaztak.

A kísérletek bebizonyították, hogy a visszamaradó szabad Al-tartalom mennyisége, a zárványok szempontjából jelentős szerepet játszik. Az Al_2O_3 zárványtartalom akkor a legkevesebb, ha a visszamaradó alumíniumtartalom 0,03—0,04 % között van. Ezt az eredményt a szovjet és a csehszlovák (Poldi) tapasztalatok is alátámasztják.

Összefoglaló

1. A nemfémes zárványok csökkentése érdekében, ötvözött acélok gyártásakor különös gondot kell fordítani a betét- és hozaganyagok minőségére, a kemence, a csapoló csatorna, az üst és az öntőszerelvények kezelésére és tisztántartására.

2. A kikészítés folyamán a fehér-salakban levő és lehetőleg maximális aktivitású CaO kedvező hatást gyakorol a kéntelenítésre. A csökkent

S-tartalommal pedig a szulfidzárványok mennyisége arányosan csökken.

3. Az elvégzett kísérletek alapján a legtisztább acélminőség elérésére a diffúziós dezoxidálási módszerek szükségesek.

4. Az üstben csak Zr-nal szabad dezoxidálni, ugyanakkor nagy gondot kell fordítani a szabad Al-tartalom meghatározására és azt 0,035% körül kell tartani.

5. Acélminőségenként kell meghatározni az optimális csapolási és öntési hőmérsékletet, valamint az ahhoz tartozó öntési sebességet. A kísérletek eredményeképpen a kérdéses acélminőségekre a szokásosnál nagyobb csapolási hőmérséklet és öntési sebesség ajánlatos.

IRODALOM

[1] *Trubin—Ojksz:* Acélkohászat. Nehézipari Könyvkiadó 1954.

[2] *Dr. Verő József:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. 1960. Akadémiai Kiadó.

[3] *Balsay István:* Vaskohászati Enciklopédia VII/a kötet kézirata.

[4] *Jeljutyin—Grigorjas:* A Moszkvai Acélintézet 1939. évi cikkgyűjteménye. (59—79. old.)

[5] *Feild, A. L.:* Some Effects of Zirconium in Steel, Trans. Am. Inst. Mining Met. Engrs. 1923. 848—894. o.

[6] *Chipman, J.:* Application of Thermodynamics to the Deoxidation of Liquid Steel. Trans. Am. Soc. Metals. 1934. 385—446. o.

[7] *Domagala, R. F.—McPherson, D. J.—Hansen, M.:* System Zirconium-Nitrogen, Tranc. Am. Inst. Mining Met. Engrs. 1956. 98—105. o.

[8] *Pearson, J.—Ende, U. J. C.:* The Thermodynamics of Metal Nitrides and of Nitrogen in Iron and Steel, J. Inst. 1953. 52—58. o.

[9] *Zieler, W.:* Die nichtmetallische Einschlüsse im Stahl durch Zirkonzusatz, Arch. Eisenhüttenw. 1931—1932. 167—172. o.

Egyesületi hírek

Kohászati Dolgozók III. Szabadegyeteme

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Vasas Szakszervezet és a KGM Vaskohászati Igazgatóság közös rendezésében 1963. szeptember 4—9-ke között tartottuk meg Balatonszéplakon a Dunai Vasmű üdülőjében a kohászatban foglalkoztatott műszaki dolgozók III. Szabadegyetemét. A III. Szabadegyetemen 26 vállalat és intézmény közel 300 dolgozója vett részt.

A hat napig tartó Szabadegyetem igen szép látogatottságnak örvendett. Az átlagos napi résztvevők száma mintegy 150 főre tehető. A Szabadegyetem sikeréhez lényegesen hozzájárultak az üzemeket legjobban érdeklő és a fejlesztést szolgáló időszerű problémákról tartott előadások, továbbá mind az előadásokon, mind azokon kívül kialakult széleskörű véleménycserék és viták. Az előadások a gyártmányfejlesztés, a korszerű nyersvasgyártás, a különleges acélgyártás és a hengerlés különböző ágazatainak, valamint az egész kohászat fejlesztésének, szervezettségének és a KGST-be való beilleszkedésének problémáit tárgyalták. Az előadások és viták jó segítséget nyújtottak a kohászat dolgozóinak — melyek a kohászat jelentős mértékű fejlesztését szolgálják — a II. ötéves tervben szereplő feladatok és a távlati fejlesztési tervekben szereplő sokoldalú igények megoldásában.

A III. Szabadegyetemet *Borovszky Ambrus* miniszterhelyettes nyitotta meg. Megnyitó beszédében kihangsúlyozta, hogy a II. ötéves tervben, illetve a további tervidőszakok során a termelés növelésének biztosítására alapvető irányelvünk az legyen, hogy a kohászati berendezések termelési hatásfokát egyre jobban növeljük a korszerű gyártási eljárások alkalmazásával, amelyek felhasználása lehetővé teszi a munka termelékenységének és gazdaságosságának fokozását és gyártmányaink minőségének megkívánt javítását.

A Szabadegyetemen a következő 32 előadás és ezekhez 42 hozzászólás hangzott el:

Dr. Énekes Sándor: A gyártmányfejlesztés és kutatás jelenlegi helyzete és jövőbeni feladataink.
Bartha Zoltán: A kohászati gyártási eljárásokkal kapcsolatos ellátottság, szervezettség és fegyelem problémái.
Dr. Bakai Teréz: A KGST szerepe a kohászatban.
Halász József: Redukáló anyagok befúvása a nagyolvasztóba.
Clauss Alajos: A forrószél hőmérséklet emelésének lehetőségei a nagyolvasztóban.
Lerch József: Nagytisztaságú ötvözött acélok gyártásának problémái
Kovács Sándor: Ferroötvözetek
Martin Imre: Új acélgyártás lehetőségei a nemes és különleges acélok gyártásában.
Pálvölgyi Árpád: A hazai nemesacélgyártás fejlesztésének lehetőségei.
Székely Levente: Ötvözetlen lágyacélok alakítási, szilárdsági értékeinek meghatározása számítással.
Sziklavári János: A szintetikus salakos elektroacélgyártás diósgyőri eredményei
Verbő István: Savanyú salakos nyersvasgyártás hazai tapasztalatai.
Valkó Márton: Nagyolvasztó salakok feldolgozásának jelenlegi helyzete és távlati feladatai.
Dr. Visnyovszky László: Termoanalitikus redukciós vizsgálatok
Szűcs Endre: Saválló lemezgyártás hazai helyzete.
Éles László: Hidegen hengerelt mélyhúzható lemezek gyártása.
Horváth Gyula: A szerszámacélok gyártási problémái.
Szeless László: Szabályozott véghőmérséklettel hengerelt lemezek kérdései.
Szomolányi Oszkár: Hidegen és melegen hengerelt lemezek külföldi értékesítési lehetőségei.
Mácsai József: Gépészetünk jelenlegi helyzete és feladatai a kohászatban.
Gácsi Miklós: A vákuumos acélgyártás lehetőségei az LKM-ben.
Longa Elemér: Kohászati állóeszközök újraértékelése.
Szőcs Gyula: Motorkerékpár- és kerékpárlánc gyártás.
Schottner Lajos: Oxigénes SM-acélgyártás hazai gyártása és a gyártás gazdaságossága.
Dévényi György: Könnyített hengerelt szelvények üregezése.
Répási Gellért: Hegeszthető, nagyfolyáshatárú acélminőségek gyártása és felhasználása.
Komlósi Antal: Szélesszalag hengersorok programozásának néhány időszerű kérdése.
Regenyei Dezső: Az előfeszített betonacél huzalgyártás feladatai.
Kemény Kornél: A kohászat fejlesztésének kérdései.
Szalay László: Műanyaggal bevont acéllemezek tulajdonságai, felhasználhatósága és gyártása.
Zambó Pál: A forgattyús tengelygyártás problémái.
Spitkó Ernő: A csőgyártás fejlesztésének irányai.

A III. Kohászati Szabadegyetem *Pilter Pál* a vaskohászati szakosztály elnökének zárszavaival fejeződött be. Záróbeszédében köszönetet mondott a Szabadegyetem megrendezését elősegítő szerveknek, a rendezés résztvevőinek és röviden értékelte a Szabadegyetem hasznosságát, az előttünk álló feladatok sikeres megoldása szempontjából.

Bajzáth András
csoport-titkár

Tapasztalatok a kristályvizes uranilnitrát termikus bontásakor

LOVASI JÓZSEF
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.822.3

Az UO_3 különböző utakon állítható elő. A legismertebbek az alábbiak :

1. Ammóniumdiuranátból hevítéssel.

2. Uránperoxidból hevítéssel.

3. U_3O_8-ból nyomás alatt, oxigénáramban hevítve.

4. Uraniloxalátból hevítéssel.

5. Uranilnitrát termikus bontásával.

ad 1. A nedves úton készült ammóniumdiuranátot 110 C°-on szárítják. A hőmérsékletet fokozatosan 410—460 C°-ra emelve, stabil UO_3-dá alakítják [1], melyből 600 C° felett U_3O_8 lesz.

$$(NH_4)_2U_2O_7 \xrightarrow{400\ C^\circ} 2\,UO_3 + NH_3 + H_2O$$

$$2\,UO_3 \xrightarrow{600—800\ C^\circ} {}^2/_3\,U_3O_8 + {}^1/_3\,O_2$$

A bomlás ammónia leadással már 150 C°-on megindul. A teljes átalakulás csak 400 C° felett fejeződik be.

Ez a módszer olyan esetekben használható, amikor a gyártási folyamatok során nagytisztaságú $(NH_4)_2U_2O_7$-hez jutunk.

ad 2. Uranilnitrátból UO_4-et készítenek [2], majd óvatos hevítéssel UO_3-dá alakítják át.

Az uránperoxidból az UO_3 előállítását sok helyen kedvelték, mert a megbontása könnyű és igen tiszta termékhez jutunk. Különösen előnyös, mert ezen az úton teljesen N_2 mentes UO_3 készítés válik lehetővé.

$$UO_2(NO_3)_2 + H_2O_2 \xrightarrow{2\ H_2O} UO_4.2\,H_2O + 2\,HNO_3$$

$$UO_4.2\,H_2O \xrightarrow{70—325\ C^\circ} UO_3 + {}^1/_2\,O_2 + 2\,H_2O$$

Egy angol szabadalom szerint [3] 100 rész UO_2-t 1622 rész 60%-os salétromsavban oldanak, majd a kapott $UO_2(NO_3)_2$ oldatból 660 térf. részt véve 908 térfogatrész 30%-os H_2O_2-vel 70 C°-on kezelik. Így $UO_3 \cdot H_2O$-hoz jutnak, melyet szűrnek és NH_4OH-s vízzel mosnak (20 ml cc. NH_4OH 1 liter H_2O-ban). A csapadékot 16 órán át 70 C°-on szárítják, majd vákuumkemencébe helyezve, hőmérsékletét fokozatosan a 200 C°-ra emelik. A végső hevítési hőmérséklet 325 C°, a kapott termék UO_3.

ad 3. U_3O_8-nak 150 atmoszférás oxigénáramban 700 C°-os hevítésével is UO_3-hoz juthatunk [4].

ad 4. Az uraniloxalátot uranilnitrát-oldatból készítik : a kapott terméket két fokozatban, először 120—210 C° között ahidrálják, majd 350 C°-on hevítve, UO_3-dá alakítják át [5].

$$UO_2(NO_3)_2 + H_2C_2O_4 \xrightarrow{3\ H_2O} UO_2C_2O_4.3\,H_2O + 2\,HNO_3$$

$$UO_2C_2O_4.3\,H_2O \xrightarrow{120—210\ C^\circ} UO_2C_2O_4 + 3\,H_2O$$

$$UO_2C_2O_4 \xrightarrow{350\ C^\circ} UO_3 + CO + CO_2$$

ad 5. Az uranilnitrát termikus bontása UO_3-dá szakaszosan működő rozsdamentes acélból készült üstökben [2], [6] végezhető, az üstök keverővel vannak ellátva. Az edényzetet közel a peremig megolvasztott $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6\,H_2O$-val töltik meg. A hevítés ideje alatt állandóan keverik. Az anyag fokozatosan besűrűsödik, majd porrá hull szét. A hőmérsékletet 400—450 C°-ig emelik. Egy adag elkészítési ideje 7—8 óra.

Mindjobban elterjed az uranilnitrát termikus bontására a fluidágyas megoldás [7,] [8]. Ebben az esetben az előzőleg felmelegített uranilnitrát oldatot fúvókán vezetik be a reakciótérbe. Az uranilnitrát oldat koncentrációja $UO_2(NO_3)_2.6\,H_2O$-ban megadva 70—100%. A fluid-rendszer hőmérséklete 300—450 C° lehet. A fluidágy mozgását levegőbefúvással biztosítják. A folyamatot UO_3 beadagolással indítják meg. A kész UO_3 átömlőcsöveken távozik. Az így nyert urántrioxid 0,4—0,5% NO_3-at és néhány tizedszázalék H_2O-t is tartalmaz.

Nagy előnye e módszernek, hogy kis berendezésben, folyamatosan, rövid idő alatt nagymennyiségű UO_3 állítható elő. Előnye még, hogy az UO_3 szemnagyságát is befolyásolni lehet.

Kevésbé célszerű és előnyös az uranilnitrát megbontása keverés nélküli rendszerben. Mégis az uranilnitrát termikus bontásával kapcsolatos folyamatok megismerése érdekében, komplikált berendezések készítése nélkül, előkísérleti jelleggel, az ilyen körülmények között lejátszódó termikus bomlási folyamatokat kívántuk jelen munkánkban tisztázni.

$UO_2(NO_3)_2.6\,H_2O$ néhány kémiai és fizikai tulajdonsága

Molekulasúlya 502,18. Vizes, vagy gyengén savas (HNO_3-as) oldatokból ortorombikus $UO_2(NO_3)_2.6\,H_2O$ alakban kristályosítható ki. Színe citromsárga, vízben és alkoholban, ketonokban, észterekben és más szerves reagensekben jól oldódik.

Az uralnitrát kristályosításakor alkáli fémek nem lehetnek jelen, mert $UO_2Me(NO_3)_3$ kettőssó kristályok képződnek. Már szobahőmérsékleten is mállik, nedves levegőn elfolyósodik. Az $UO_2(NO_3)_2.6\,H_2O$ 60,2 C° hőmérsékleten [9,] [10] kristályvizében megolvad, forráspontja 128 C°. Hevítés hatására víztartalmát fokozatosan elveszti. 180—190 C°-on lényegében már $UO_2(NO_3)_2$ anhidriddé alakul, ha a hőmérséklet emelési sebessége 1°/percnél nem gyorsabb [11]. 130 C° alatt még lényeges bomlást nem szenved, 130 C° felett azonban a vízzel együtt kisebb mennyiségű nitrát bomlástermékek távoznak. A reakció legintenzívebben 200—350 C° között játszódik le. Levegő jelenlétében 400 C°-ig hevítve UO_3-dá, 600 C° felett pedig U_3O_8-dá alakul.

A kristályvizes $UO_2(NO_3)_2$ termikus bontás hatása és kémiai vizsgálata

Az irodalmi adatok szerint az $UO_2(NO_3)_2 . 6\,H_2O$ 350 C°-on UO_3-dá alakul.

$$2\,UO_2(NO_3)_2 . 6\,H_2O \xrightarrow{200—450\ C^\circ} UO_3 + N_2O_5(2\,NO_2 + \tfrac{1}{2}\,O_2) + 12\,H_2O$$

A gyakorlatban ez a folyamat már nem ennyire egyszerű, amit derivatográfiás vizsgálataink is igazoltak. Mindenekelőtt a rendelkezésünkre álló kristályos uranilnitrátnak megállapítottuk az összetételét. Az analízis eredmények azt mutatták, hogy nem felel meg az $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6\,H_2O$ képletnek.

Vizsgálati értékek :

$$UO_2^{2+} = 56{,}8\%$$

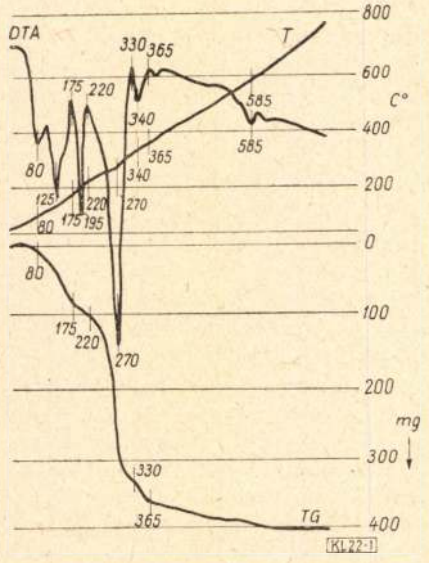
$$NO_3^- = 27{,}0\%$$

A két értéket összeadva a 100-ból hiányzó mennyiség a víztartalmat adja és ez 16,2%.

Az uranilnitrát $6\,H_2O$ számított összetétele %-ban a következő :

$$UO_2^{2+} = 53{,}75$$
$$NO_3^- = 24{,}75$$
$$H_2O = 21{,}50$$

Elemzésünk szerint a vizsgált uranilnitrát $UO_2(NO_3)_2 . 4{,}4—4{,}5\,H_2O$ összetételnek felel meg. A kisebb víztartalom oka az, hogy a készítmény hosszabb időn keresztül állt, belőle bizonytalan mennyiségű víz távozott és így porlódási folyamat következett be. A vizsgálatok egyöntetű lebonyolítása érdekében mégis ebből az anyagból kellett kísérleteinket végrehajtani, mert csak ez állt rendelkezésünkre nagyobb mennyiségben és a szükséges tapasztalatok megszerzéséhez ez is megfelelőnek mutatkozott.

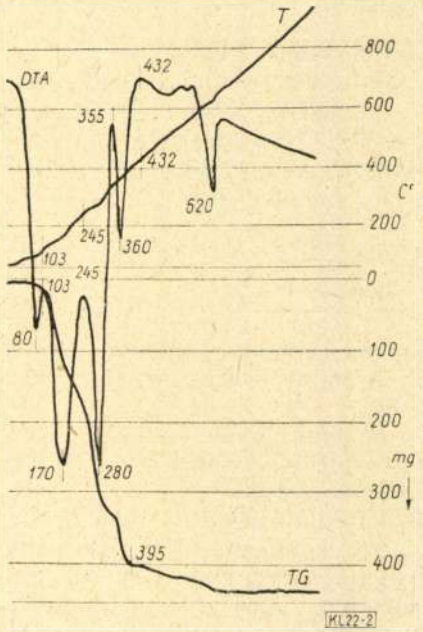


1. ábra. Kristályvizes uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata 5 C°/perc hőmérsékletemelési sebességgel

Bem : 1 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, dob. ford.: 200/perc, hőm. em. seb.: 5°/perc

A kristályvizes uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata

Legfontosabb feladatnak tartottuk — a kísérletek további irányának megszabása érdekében — a kiindulási alapanyagunkból derivatográfiás mérések elvégzését. A felvételt 5 C°/perc és 10 C°/perc hőfokemelési sebességgel végeztük. Az így kapott TG és DTA görbék az *1.* és *2. ábrán* láthatók.



2. ábra. Kristályvizes uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata 10 C°/perc hőmérsékletemelési sebességgel

Bem : 1 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, dob. ford.: 100/perc, hőm. em. seb.: 10 C°/perc

A bemérések mindkét esetben 1 g-osak voltak. A két felvételt összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a különböző sebességgel végrehajtott kísérletek során a bomlási folyamatokat jelző csúcsok értékeiben különbségek mutatkoztak. Az is szembetűnő, hogy az 1. ábrán a DTA görbe 50 és 365 C° között 5 csúccsal mutatja a víz és NO_3 távozását. Ugyanezen folyamatok a 2. ábrán 50 és 438 C° között csak 4 csúccsal jelentkeznek. Ennek oka, hogy gyorsabb felfűtési sebességen a kristályvíz és a NO_3 távozását jelző DTA folyamatgörbe összeolvad. (130 C° felett a vízzel együtt NO_3 bomlástermékek is távoznak.)

Határozott megkülönböztetést az ilyen hevítési sebességgel végzett vizsgálattal észlelni nem lehet. Az azonban, hogy a NO_3 és H_2O távozásával az uranilnitrát UO_3-dá átalakulása mikor fejeződik be, egészen pontosan követhető.

Az 1. ábrán a TG görbe szerint az UO_3-dá alakulás lényegében 365 C°-on befejeződik, a súlyveszteség azonban csak 37%, a várt 39,2—39,5% helyett. A 2. ábra TG görbéjén 395 C°-on észlelhető ugyanennek a folyamatnak a befejezése és a súlycsökkenés megfelel az elméletileg várt értéknek. A TG görbe több lépcsője, a DTA görbe több csúcsa a reakció lefolyásának bonyolultságát mutatja.

Megjegyezzük, hogy az $UO_2(NO_3)_2 . 6\,H_2O$-nak termikus úton UO_3-dá átalakításakor a számított súlyveszteségnek 43%-nak, a kapott termék urántartalmának pedig 83,2%-nak kell lennie.

Kísérletek a kristályvizes uranilnitrát urántrioxiddá alakítására

1. Az első kísérletünk alkalmával a 350 C°-ra felhevített elektromos kemencébe helyezett kristályvizes uranilnitrátunk — mint ahogy várható volt — gyorsan megolvadt, majd a további hevítés hatására a porcelántégelybe teljesen beletapadt és a termék kiszedése nehézségekbe ütközött. 45 perces hevítés után mindössze 35,5%-os súlycsökkenést észleltünk. Az urántartalmat 76,2%-nak találtuk.

2. Egy 300 C°-on végzett hasonló kísérlet során 90'-es hevítéssel 34,7%-os súlycsökkenést és 76,8% U-tartalmat tapasztaltunk.

Ezzel a két durva próbával bizonyítást nyert ennek az útnak a járhatatlansága és ezért más megoldást kellett keresnünk.

Célszerűnek látszott kisebb hőmérsékletről kiindulva, különböző hőmérsékletemelési sebességekkel, valamint O_2 és levegő bevezetéssel megvizsgálni a denitrálás lebonyolításának lehetőségét.

3. Ha levegő jelenlétében az $UO_2(NO_3)_2 . 6\,H_2O$-ot, 1°/perc sebességgel emelve a hőmérsékletet, hevítjük, a súlycsökkenésnek már 250—260 C° elérése után 40—43%-osnak kell lennie [11]. Kísérleteinkkel ezt bizonyítani nem lehetett, mert a fenti körülmények betartásával, elektromos kemencében, 253 C° elérése után csak 33,3%-os súlycsökkenést tapasztaltunk. Ugyanezt az anyagot 400 C°-ig tovább hevítve, az összes súlyveszteség 37%-nak adódott. Beméréseink 1 g-osak voltak.

4. A derivatográfiás mérés alapján, 5 C°/p és 10 C°/p sebességgel emelve a hőmérsékletet, levegő jelenlétében, Dennstädt-kemencében az *1. táblázat* szerinti eredményhez jutottunk.

1. táblázat

5 C°/perc és 10 C°/perc sebességgel végrehajtott kísérlet vizsgálati adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . 4{,}4\,H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Max. hev. hőmérs., C°	Hevítés sebessége, C°/perc	Súlyveszt. %
2,0019	0,7147	350	5	35,65
2,0007	0,7268	350	10	36,33

Láthatjuk, hogy a két kísérlet eredménye között lényeges eltérés nincs. A használt platina csónakban az anyag teljesen összeolvadt. Ilyen módon nem oldható meg az UO_3 előállítása. Jobb eredményhez akkor sem jutottunk, amikor 200 C°-ról kiindulva a hőmérsékletet 4 óra alatt fokozatosan 350 C°-ra emeltük.

5. Oxigénáramban végzett kísérleteink is az előbbiekhez hasonló eredményhez vezettek. A hőmérsékletet 5°/p sebességgel emeltük. Ebben az esetben már a kapott termék NO_3-tartalmát is megvizsgáltuk *(2. táblázat)*.

6. Mivel az uranilnitrát kristályvizének többségét 180—190 C°-on elveszti, ezen a hőmérsékleten lényegében $UO_2(NO_3)_2$-hoz juthatunk. Ezért helyesnek láttuk további kísérleteinket olyan anyaggal végezni, melyet előzőleg 180—190 C°-on előkezeltünk. 50 g-os tétellel végzett előhevítési próbánk eredménye a *3. táblázatban* látható.

2. táblázat

5 C°/perc sebességgel oxigénáramban végrehajtott kísérleti vizsgálat adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . 4{,}4\,H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Max. hev. hőmérs., C°	Hevítés sebessége, C°/perc	Súlyveszteség, %	NO_3-tart., %
1,0016	0,3286	350	5	32,8	9,58
1,0018	0,3531	350	5	35,24	5,62

3. táblázat

190 C°-on végrehajtott kísérlet adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . 4{,}4\,H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Hevítés ideje, perc	Súlyveszteség, %	NO_3-tart., %
50,0	5,80	240	11,6	Nem vizsg.
	Össz. veszt.		Össz. súlyveszt.	
Tovább hevítve	6,0	50	12, 0	20,17

Összesen 290 perces, 190 C°-os hevítés után, csak 12%-os volt a súlyveszteség. A 240 perces hevítési idő után ismételt 50'-ig tartó hevítés csak 0,4%-os súlycsökkenést okozott.

7. Hosszabb hevítési idő és 22 órás szárítás után porítás, majd újabb 4 órás hevítés hatására már összesen 25,9% volt a súlyveszteség *(4. táblázat)*. A porítás után újabb hevítéskor már nem olvadt össze az anyagunk, hanem porszerű maradt.

4. táblázat

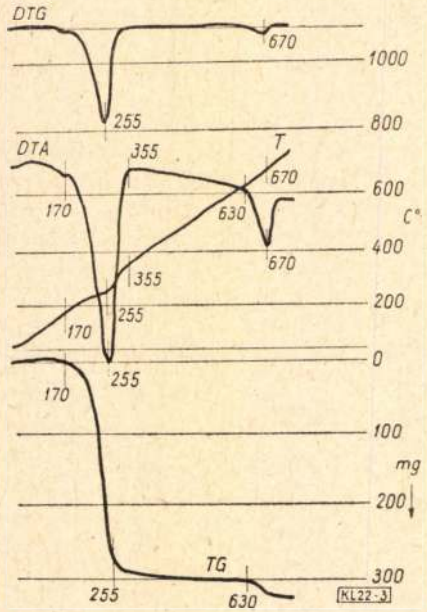
22 órás előhevítési kísérlet vizsgálati adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . 4{,}4\,H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Hőfok, C°	Hevítési idő, h	Súlyveszteség, %	NO_3-tart., %
50,0	8,30	190	22	16,6	—
Porítva, tovább hevítve	3,70	190	4	9,3	19,25

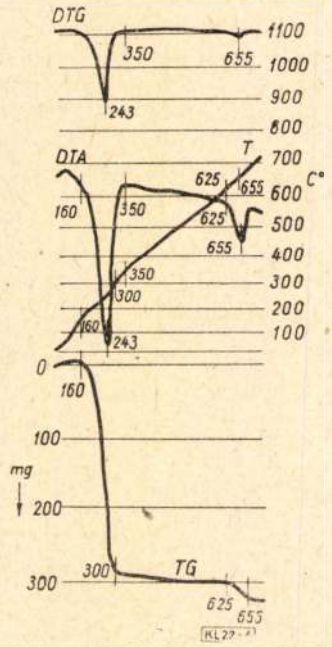
Összesen 26 órás 190 C°-on való kezelés eredményeként 25,9% súlyveszteséggel 19,25% NO_3-tartalmú terméket kaptunk.

8. Annak biztosítása érdekében, hogy a további kísérleteinkhez lehetőleg azonosan előkészített anyag álljon rendelkezésre, 200 g-os kristályvizes uranilnitráttal is elvégeztük az előkészítő hevítést. A hőmérsékletet 3 óra alatt fokozatosan emeltük 190 C°-ra és 20 órán keresztül ezen a hőfokon tartottuk. Így 17,85%-os súlycsökkenés állt be. Durva porítás, majd újabb 5 órás 190 C°-os kezelés után az összes súlycsökkenés 25,54%, az U-tartalom 60,7%, a NO_3-tartalom pedig 19,4% volt. Ezt az anyagot XXXVIII-as jelzéssel láttuk el.

Ugyanebből a termékből derivatográfiás vizsgálatot is végeztünk *(3. és 4. ábra)*. Az ábrákból világosan látható, hogy előzetes hőkezelés 180—190 C°-on vagy az alatt, nem kerülhető el. Csak így válhat lehetővé a bomlási reakció egyenletemár befejeződik. A DTA és DTG görbék ugyanezt a folyamatot bizonyítják. Ezek a felvételek azt is igazolják, hogy a kristályvíz zömét eltávolítva a további reakció igen egyszerűvé válik. Különösen szembetűnő, ha az *1., 2.* derivatográfiás vizsgálattal (mely kristályvizes uranilnitrátból készül) kapott görbéket összehasonlítjuk a lényegében H_2O mentes anyagból készült *3*-as és *4*-es felvétel értékeivel. Az 1. és 2. ábrák bemérése 1 g, míg a 3. és 4.-é 1,5 g volt.



3. ábra. 190 C°-on dehidrált uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata 10 C°/perc hőmérsékletemelési sebességgel
Bem : 1,5 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, dob. ford.: 100/perc, hőm. em. seb.: 10 C°/perc



4. ábra. 190 C°-on dehidrált uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata 5 C°/perc hőmérsékletemelési sebességgel
Bem : 1,5 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, dob. ford.: 200/perc, hőm. em. seb.: 5 C°/perc

sebbé tétele és a megfelelő NO_3-tartalmú termék előállítása. A TG görbén jól észlelhető mindkét felvételen súlycsökkenés mindaddig, míg az UO_3-dá alakulás be nem következett. Különösen intenzív az átalakulási folyamat 175—255 C° között, mely lényegében 355 C°-on fejeződik be. Újabb erőteljes változás csak 630 C° felett kezdődik, de ez már az U_3O_8-dá alakulás kezdetét jelzi és kb. 720 C°-on

Denitrálási kísérletek 180—190 C°-on előkezelt uranilnitráttal

1. A XXXVIII-as jelzésű mintából levegőáramban különböző mennyiségekkel kísérleteket végeztünk és vizsgáltuk a kapott termék U- és NO_3-tartalmát *(5. táblázat)*. A kemence hőmérséklete az anyag behelyezésekor minden esetben 160—180 C° volt.

5. táblázat

Különböző mennyiségű előszárított uranilnitrát megbontási adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Max. hőfok, C°	Hevítési sebesség, C°/perc	Kapott termék	
				U-tart.	NO_3-tart.
				%	
2,0013	0,3729	350	5	81,50	1,70
2,0015	0,3859	400	5	81,90	1,20
4,9827	0,9300	350	5	81,23	3,22
4,9073	0,9340	400	5	82,56	1,32
5,0000	0,9596	350	5	82,50	1,34
5,0034	0,9119	350	5	81,20	1,12
5,0030	0,9129	350	5	80,39	1,54

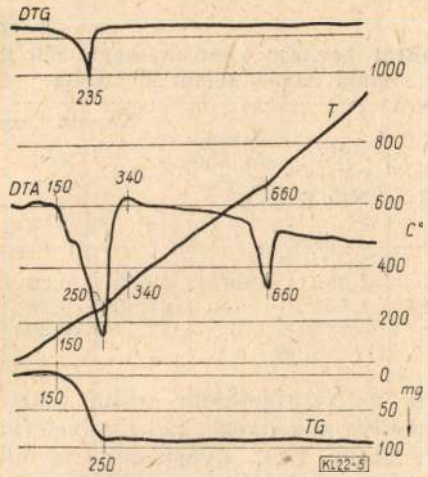
2. Az 5. táblázat adataiból láthatjuk, hogy a nitráttartalmat nem sikerült úgy eltávolítani, hogy 1% alatti mennyiségben legyen jelen. Ezért a XXXVIII jelű mintából 20 g-os tételt újra porítottunk és ebből néhány vizsgálatot végeztünk *(6. táblázat)*.

6. táblázat

Előhevített uranilnitrát ismételt porítás utáni hőkezelésének adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Max. hőfok, C°	Hevítési sebesség, C°/perc	Kapott termék	
				U-tart.	NO_3-tart.
				%	
2,0013	0,3850	350	5	82,01	0,97
2,0013	0,3909	400	5	81,57	0,77
2,0014	0,3797	400	5	81,76	1,04

Az uranilnitrát ismételt porításával elértük, hogy a NO_3-tartalom 0,8—1,0% között legyen. 0,7—0,8% NO_3-tartalmú UO_3-hoz jutottunk akkor, amikor a XXXVIII-as anyagot porítva újabb 4 órán át szárítottuk, majd ismét porítva végeztük el a denitrálást. Az újabb 4 órás szárítással és porítással kapott termék derivatográfiás vizsgálatának felvételét az *5. ábrán* láthatjuk.



5. ábra. 190 C°-on dehidrált majd porított és ismételten szárított uranilnitrát derivatográfiás vizsgálata 10 C°/perc hőmérsékletemelési sebességgel

Bem : 1,5 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, dob. ford.: 100/perc, hőm. em. seb.: 10 C°/perc

Ha többszörös porításnak és szárításnak vetjük alá az alapanyagunkat, igen laza, kis térfogatsúlyú, 1,7—1,9 g/ml UO_3-hoz jutunk.

Az összesen három porítás, a kis térfogatsúlyú végtermék, a nitráttartalom még mindig 0,7—0,8% közötti értéke nem teszi alkalmassá nagyobb tételekben ennek a folyamatnak a végrehajtását.

Az eddigi kísérleti eredmények, az ismételt porítás után kapott kisebb NO_3-tartalom mind azt bizonyítja, hogy állórendszerben akár oxigén-, akár levegőáramban bontják az uranilnitrátot termikusan, a hőmérséklet 400 C°-ra emelésével sem kapunk minden szempontból megfelelő UO_3-ot. Az irodalmi adatok szerint még mozgóágyas rendszerben is 0,2—0,8% NO_3 maradhat vissza. Azonban az így nyert UO_3-nak térfogatsúlya különböző körülményektől függően (pl. a bepermetezett uranilnitrát oldat-koncentrációval) változik. Mozgóágyas denitrálással, levegőbefúvatással 2,8—4,2 g/ml térfogatsúlyú UO_3-hoz jutnak [2].

$UO_2(NO_3)_2 . H_2O$ hőbontása túlhevített vízgőzáramban

Meg kellett találnunk a módot arra, hogy az anyag túlzott elporítása nélkül is maximum 0,3—0,4% NO_3-tartalmú UO_3-ot kaphassunk. *Dawson* [12] szerint, ha denitrálás után ismételt hidratálást — dehidratálást végzünk, akkor igen kis nitrogéntartalmú UO_3 állítható elő. A hidratálást 60 C°-on végeztük és az anyagot ismételten hevítettük. Néhány próbát végezve megállapítottuk, hogy számunkra ez az út nem járható, mert a platinacsónakba úgy beletapadt az anyag, hogy eltávolítása igen körülményessé vált.

Sikeresebben alkalmaztuk a denitrálást túlhevített vízgőz jelenlétében.

Ezt a munkánkat két részre bonthatjuk.

1. Dennstädt-kemencében platinacsőben, kvarc- és platinacsónakkal vízgőzbefúvatással végzett kísérletek.

A kísérletet Dennstädt-kemencébe helyezett 20 mm Ø-jű és 45 cm hosszú platinacsőben végeztük. Meg kellett állapítanunk az anyag belehelyezésekor az optimális hőmérsékletet és az átbocsátandó vízgőz mennyiségét. A próbákat olyan uranilnitráttal hajtottuk végre, mely előzőleg 185—190 C°-os előkezelésben és egyszeres lazító porításban részesült és a súlycsökkenése így 25—26%-os volt. A túlhevített vízgőzáramban végrehajtandó denitráláskor az anyag behelyezési hőmérsékletét 180 C°-ban állapítottuk meg. A kétrészes kemencerész közül azt a kemencét, amelybe a vízgőzt bevezettük, állandóan 240 C°-on tartottuk.

A denitrálandó uranilnitrátot tartalmazó kemencerész hőmérsékletét fokozatosan 180 C°-ról 250, ill. 270 C°-ra emeltük. A vízgőz bevezetését csak ezen a hőmérsékleten kezdtük meg és 30 percig folytattuk. A vízgőz mennyisége akkor bizonyult megfelelőnek, amikor 30 perc alatt a rendszeren 70—80 ml víznek megfelelő vízgőz haladt keresztül. A vízgőzt 500 ml-es lombikban fejlesztettük. A bomlástermékeket 5%-os NaOH-ban nyelettük el.

Néhány fontosabb kísérleti adatot a *7. táblázatban* közlünk.

A kísérletek többségében 5 C°/perces hőmérsékletemelési sebességgel dolgoztunk. Ez 2 g-os bemérésekre megfelelő volt. 5 g-os bemérésekre azonban szükségessé vált az 5 C°/2 perces hőmérsékletemelési sebesség beállítása, mert a denitrálás folyamán a kvarccsónakban kisebb mértékű betapadást észleltünk. A hőfokemelés sebességének csökkentésével ezt a hibát megszűntettük. A ter-

7. táblázat

Előkészített uranilnitrát vízgőzáramban végzett megbontásának vizsgálati adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . H_2O$, g	Súlyveszt., g	Max. hőf., C°	Vízgőz bevez. ideje, perc	Kapott termék		Megjegyzés
				U-tart.	NO_3-tart.	
				%		
2,0027	0,3573	250	30	79,52	0,35	Vízgőz bev. kezd. 250 C°
2,0027	0,3689	300	30	79,31	0,35	250 C°
2,0022	0,3861	350	30	81,30	0,39	250 C°
2,0016	0,3812	350	30	81,60	0,35	Vízgőz bev. kezd. 270 C°
5,0037	0,9680	350	30	80,78	0,35	270 C°
5,0013	0,9690	350	30	82,60	0,35	Hőmérs. em. seb. 5 C°/2 p.
5,0038	0,9758	350	30	81,28	0,32	5 C°/2 p.

mékek nitráttartalmát vizsgálva megállapítottuk, hogy a túlhevített vízgőz hatására 350 C°-ig hevítve, majd a vízgőzbevezetés megszüntetése után 10 percig szárítva az urántrioxid NO_3-tartalma 0,3—0,4%-ra csökkent. Az ilyen körülmények között előállított UO_3 színe narancssárga.

2. A nagyobb kemencében végrehajtott kísérleteinkkel reprodukálni kívántuk (10—20 g-os tételekkel is) az eddig elért eredményeket. A csőkemencébe helyezett kvarccső belső átmérője 7 cm, hossza 60 cm volt. A kvarccső lezárását, a vízgőz bevezetését, valamint a bomlástermékek elvezetését gumidugón keresztül bujtatott üvegcsövön végeztük. A vízgőzt 1 l-es lombikban fejlesztettük. A kvarccső két végét lezáró gumidugókat azbesztlapokkal védtük az elégéstől. A vízgőzfejlesztést ekkor is úgy szabályoztuk, hogy 30 perc alatt 70—80 ml H_2O-nak megfelelő vízgőz haladjon át a reakciótéren. A kemence felfűtési sebességét nem tudtuk olyan pontosan szabályozni, mint a Dennstädt-kemencével.

Kísérleteink első részében az uranilnitrátot 180 C°-on helyeztük a reakciótérbe és csak 5 perces várakozási idő után kezdtük meg a hőmérséklet emelését úgy, hogy az általunk megszabott maximális hőmérsékletet a kemence 58—63 perc alatt érte el. A vízgőz bevezetést 270 C°-on kezdtük meg és 30 percen át folytattuk. A vízgőz bevezetése után az anyagot még 15 percen keresztül 350 C°-on tartottuk. Ezután a végtermék rázott térfogatsúlyát is vizsgáltuk. A kapott adatokat a *8. táblázatban* foglaltuk össze.

8. táblázat

Előszárított uranilnitrát vízgőzáramban végzett megbontásának vizsgálati adatai

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Hőfok em. 350 C°-ra, perc	Kapott termék		
			U-tart.	NO_3-tart.	Térfogatsúly, (rázott) g/cm³
			%		
5,0022	0,9672	63	81,06	0,35	
10,0008	1,9088	60	83,00	0,35	2,52
20,0040	3,8636	58	82,07	0,35	2,59

Az eredmények azt bizonyítják, hogy még a 20 g-os tétel termikus bontása is jól játszódott le. A kapott termék szép narancssárga színű, a térfogatsúlya pedig 2,5—2,6 g/cm³, kvarccsónakból könnyen eltávolítható, betapadást nem tapasztaltunk. Az urántrioxid NO_3-tartalma 0,4%-nál kisebbnek adódott. Nem volt azonban egyértelmű az urán mennyisége és egyes esetekben kisebbnek mutatkozott az elméleti 83,2%-nál, ami azt jelzi, hogy a NO_3-on kívül még bizonyos mennyiségű víz maradhatott vissza. Ezért kísérleteink második lépcsőjeként úgy jártunk el, hogy 350 Celsius fokon a gőzbevezetést megszüntettük és az ezt követő 15 perces utóhevítés alatt a hőmérsékletet 400 C°-ig emeltük. Egyébként mindenben az előzőekhez hasonlóan jártunk el. A kiértékelő adatok a *9. táblázatban* láthatók.

Az adatok azt bizonyítják, hogy célszerű a hőmérsékletet a vízgőzbevezetés megszüntetése után 400 C°-ig emelni, mert az így előállított UO_3

9. táblázat

Uranilnitrát hevítése vízgőzáramban 350 C°-ig, majd vízgőz nélkül 400 C°-ig

Bem. $UO_2(NO_3)_2 . H_2O$, g	Súlyveszteség, g	Hőfok em. 350 C°-ra, perc	Kapott termék		
			U-tart.	NO_3-tart.	Térfogatsúly, g/cm³
			%		
10,0037	1,9331	56	82,50	0,22	2,56
10,0028	1,9528	53	82,90	0,28	2,40
20,0028	3,8960	50	82,77	0,30	2,60

vízmentes, a NO_3-tartalom pedig max. 0,3%. A térfogatsúlya is kedvező. Ez a műveletfolyamat nagyobb tételű UO_3 gyártására is alkalmas. Tisztázni kell azonban, hogy ezzel a módszerrel milyen szerkezetű (amorf vagy kristályos) termék nyerhető.

UO_3 előállítás porítás nélkül $UO_2(NO_3)_2 . 6\ H_2O$-ból

Eddigi kísérleteink alapján bizonyossá vált, hogy nyugvóágyban, hosszabb előkezelés nélkül (200 C° alatti szárítás) nem valósítható meg kristályvizes uranilnitrátból az UO_3 megfelelő minőségű előállítása.

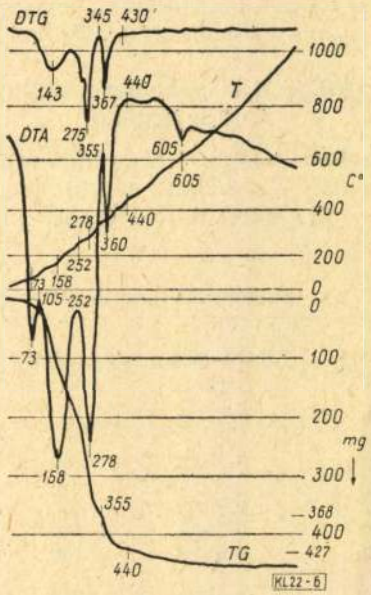
A porítás teljes elkerülése érdekében egy olyan kísérletet is végrehajtottunk, melyben a Fémipari Kutató Intézetben előállított $UO_2(NO_3)_2 . 6\ H_2O$-t 40 C°-ról kiindulva 5 C°/óra hőmérsékletemelkedési sebességgel hevítettünk.

A kiindulási kristályvizes uranilnitrát vizsgálat adatai a következők :

$$U = 47{,}37\%$$
$$NO_3 = 24{,}67\%$$

Ez az anyag tehát pontosan megfelelt az $UO_2(NO_3)_2 . 6\ H_2O$ képletnek.

Derivatográfiás mérést ebből az anyagból is végeztünk 10 C°/p hőmérsékletemelési sebességgel



6. ábra. A Fémipari Kutató Intézetben előállított $UO_2(NO_3)_2 . 6\ H_2O$ derivatográfiás vizsgálata

Bem : 1 g, érz.: 1200 C°, TG érz.: 500 mg, DTA érz.: 1/10, DTG érz.: 1/20, dob. ford.: 100/perc, hőm. em. seb.: 10 C°/perc

eredő hiba mérve alatta marad az Orsat-készülékek teljesítőképességének. Így a gőzökben az ammóniát a CO elnyeletést követő térfogatleolvasás állapotában már Nessler-reagenssel sem sikerült kimutatnia. Ezek alapján *Mertens* szerint az NH_3-nak külön elnyeletése ezekben az oldatokban nemcsak felesleges, hanem mint új művelet inkább hibaforrást rejt magában. Egybehangzó mérési eredményeink alapján az utóbbi álláspontot tekintjük helyesnek. Az utólagos NH_3 elnyeletés ugyanis egyetlen mérésünk alatt sem okozott további térfogatváltozást.

A *Moser* és *Hanika* [8] valamint újabban a *Büchner* [9] által módosított ammóniás CuCl oldatok viszont már jelentős NH_3 gőznyomást mutatnak. Ezért ezekből már elengedhetetlen az NH_3-nak savas elnyeletése. A nagyobb gőznyomás oka, hogy ezek az oldatok nagyobb mennyiségben tartalmaznak NH_4Cl adalékot, részben a tartósság növelése érdekében, részben pedig a CuCl vízben való oldódásának elősegítése céljából, (komplexsó képződése révén. A komplex-, ill. kettőssó összetétele feltehetően a $CuCl.2NH_4Cl$ képletnek felel meg [1]).

A közismert sósavas oldat (20%-os HCl-ban oldott 6%-nyi CuCl) megítélésében az egyes szerzők véleménye szintén eltérő. *Mertens* itt sem tulajdonít jelentőséget a gőzöknek, mert mérései szerint ezek a 25 C°-os oldat felett mindössze 0,035 tf.%-ot tesznek ki az általa észlelt 0,26 Hgmm -es gőznyomásnak megfelelően.

Méréseink a sósavgőzök szerepéről az ammóniás oldatokkal ellentétben nem *Mertens* [2], hanem *Wagner* [6], *Brücknek* [3], *Berl-Lunge* [4] és *Schuster* [5] álláspontját igazolták. Bár a sósavgőzök jelenlétét AgCl oldatos átbuborékoltatással csak enyhe zavarosodás alakjában sikerült kimutatnunk, gázelemzéseink vizsgálata során ez mégis jól mérhető hibaforrásnak bizonyult. A sósavas oldatos átbuborékoltatásokat követő lúgos elnyeletés ugyanis átlag 0,5—0,8 tf%-nak megfelelő HCl-gőzt mutatott ki. A gőzök elnyelésének mellőzése így természetesen a CO meghatározás eredményét csökkentené, *(2. táblázat)*.

A savanyú zárófolyadék érthetően nem képes a HCl-gőzök olyan gyors és kvantitatív megkötésére, mint a híg ammóniás oldat gőzeinek elnyelésére. Természetesen felesleges a HCl-gőzök kálilúgos elnyeletése is az olyan rendszerű elemzés folyamán, melyben a sósavas pipettát egy második, a CO maradványainak megkötésére hivatott ammóniás töltetű pipetta követi.

2. táblázat

A sósavgőzök hiányos elnyeletésének befolyása a kontrakció végértékére

A gáz CO-tartalma, %	A kapott kontrakció érték		Különbség, abszolút %-ban
	HCl elnyeletés nélkül	HCl elnyeletés után	
60,0	59,2	59,8	0,6
50,6	50,0	50,5	0,5
42,2	41,4	42,0	/0,6
30,0	29,0	30,0	1,0
30,0	21,6+	22,3	0,7
30,0	15,0++	15,6	0,6
12,0	11,1	11,9	0,8

\+ A CO elnyeletést itt nem friss sósavas CuCl oldatban végeztük az oldat előzőleg már 1,7 ml CO-t nyelt el milliméterenként.
++ Az erősen használt abszorbens előzőleg már 2,8 ml CO-ot nyelt el milliméterenként.

A kénsavas Cu_2O szuszpenzió vizsgálatakor viszont egy kisebb mértékben fellépő, más eredetű hibaforrásra figyeltünk fel. 1. táblázatunk azt mutatta (a dolgozat *1.* része), hogy több esetben észlelhető a kénsavas Cu_2O-dal végzett elemzéskor a valódi CO-tartalmat néhány tized %-kal túlszárnyaló eredmény. Gyanúnk a tömény kénsavas közeg vízgőzmegkötő hajlamára esett, amely a cc. H_2SO_4-al végzett vakpróbáink tanúsága szerint helyesnek bizonyult. Vizes zárófolyadékokkal dolgozva tehát ki vagyunk téve annak, hogy közvetlenül az átöblítések után végzett leolvasáskor hiányozni fog gázterünk telített vízgőztartalma is. Ezért kívánatos tehát egy második (pl. Ott-féle ammóniás töltetű) pipetta használata, mely a végső térfogat leolvasása előtt helyreállítja az eredeti állapotot, és emellett biztosítja az esetleg fennmaradó CO-nyomok elnyelését.

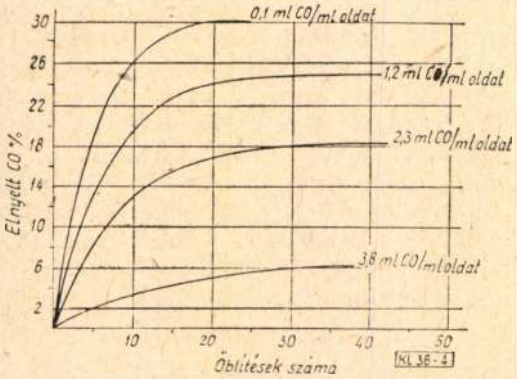
Oxigénérzékenység

Abszorbenseink oxigénérzékenységét vizsgálva az eredmények itt is a kénsavas szuszpenzió előnyét bizonyítják. Ez a szuszpenzió ugyanis a levegő oxigénjére oly kis mértékben érzékeny , hogy — mint *Schuster* [5] laboratóriumkönyve is megállapítja — használatkor nem szükséges az O_2 előzetes elnyeletése. A levegővel való tartós érintkezés azonban *Kessel* [15] szerint nem engedhető meg a lassan meginduló oxigénfelvétel miatt. Többi oldatunk viszont a levegő oxigénjét hamar felveszi, miáltal a CO meghatározására fokozatosan alkalmatlanná válik. A réz(I)kloridos oldatok levegőtől való gondos óvása tehát feltétlenül indokolt. Leggyorsabban az ammóniás oldat vesz fel oxigént, de elemzési szempontból a neutrális oldat talán még erősebben károsodik. Egy frissen készült neutrális CuCl oldatunkról megfeledkezve, kb. fél óráig hagytuk — levegővel szabad felületen érintkezve — állni. Ezzel az oldattal vizsgálva 30% CO-ot tartalmazó gázelegyünket, abban csak 28,2%-ot sikerült kimutatnunk. Nitrogén gáz 1 órás átbuborékoltatásával azonban sikerült oldatunkat a felvett O_2-től is megszabadítanunk, minek eredményeként a következő elemzés már 30,0% CO-ot adott. Feltehető tehát miszerint ezek az oldatok az O_2-t is CO-hoz hasonló labilis kötésben veszik fel, nem pedig irreverzibilis oxidáció utján.

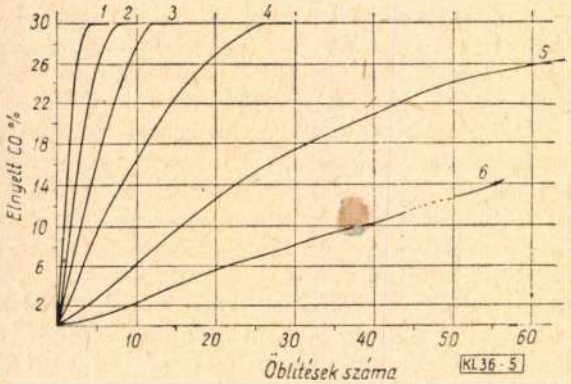
Térfogatilag az ilyen irányú kísérletek során a levegő oxigéntartalmának elnyelése közvetlenül csak a friss oldatokban észlelhető. Méréseink szerint ugyanis bizonyos fokú CO-dal bekövetkező telítődés (0,25 ml CO/ml oldat) után a fokozatosan előtérbe lépő CO-leadás túlkompenzálja a lassabban és kisebb mértékben végbemenő oxigénfelvételt.

A CO-abszorpció sebessége

Kapacitásméréseink során már utaltunk a kénsavas szuszpenzió igen gyors elnyelőképességére és az így elérhető előnyökre. Az alábbiakban közölt görbék alkalmasak a többi oldattal való összehasonlításra, valamint lehetőséget nyújtanak a fokozatos telítődés függvényében a sebességcsökkenések érzékelésére. Miután az ammóniás, neutrális és sósavas réz (I) klorid-oldatok görbéinek lefutása közel azonosan változik, ezért közülük a *4. ábrán* csupán az ammóniás oldat abszorpciósebességének romlását mutatjuk be, a különböző kimerültségi állapotoknak megfelelően.

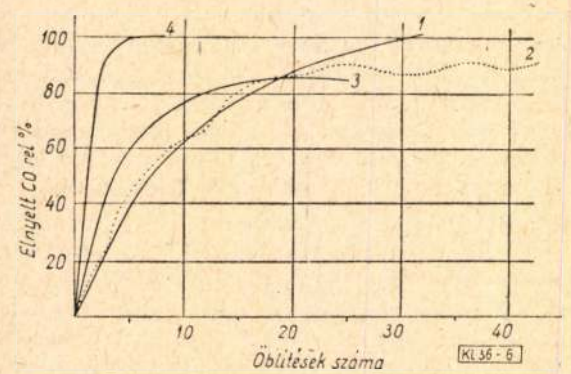


4. ábra. Különböző kimerültségű ammóniás réz(I)klorid oldatok elnyelési sebességei



5. ábra. Kénsavas réz(I)oxid szuszpenziók elnyelési sebességei

1 = 0,1 ml CO/ml oldat, 2 = 5,6, 3 = 7,8, 4 = 9,9, 5 = 11,5 ml CO/ml, 6 = 12,1 ml CO/ml, ez a görbe 250 öblítés után éri el végértékét : 24,0 %-ot



6. ábra. Különböző típusú réz (I) sóoldatok abszorpciós sebességének összehasonlítása

1 = ammóniás CuCl oldat, 2 = neutrális CuCl oldat, 3 = sósavas CuCl oldat, 4 = kénsavas Cu_2O oldat

5. ábránk az ettől lényegesen eltérő és sokkal kedvezőbb sebességértékeket mutató kénsavas CuO-szuszpenzió CO-elnyelését érzékelteti.

A méréseket 30% CO-ot és 70% N_2-t tartalmazó gázelegyekkel végeztük. (Az öblítés és a CO-telítettség fogalma, valamint az oldatok gyorsított kimerítésének módja értelemszerűen megegyezik a kapacitásmérésnél vázoltakéval.)

6. ábránk egymás mellett szemlélteti a négyféle oldattípus elnyelési sebességét egy szénmonoxidra nézve hígabb (6,5 % CO) hőbontási gáz elemzési példáján. Az elnyelt CO térfogatokat relatív %-okban tüntetjük fel. A sebességek alakulása mellett az ábrán jól látható az is, hogy pl. a sósavas oldat abszorpciója már nem kvantitatív értékű az adott gázra, noha az oldatok által előzőleg felvett CO mennyisége csak kb. 0,2 ml CO/ml volt.

Az ammóniás oldat elnyelése tehát lassú. A végső CO-nyomok eltávolítására azonban ajánlható, mert ezzel az oldattal tapasztaltuk — friss állapotban — a legegyenletesebb abszorpciót és a legszabatosabb végértékeket. Itt nem fordulnak elő olyan ingadozások az egyes leolvasások között mint pl. a neutrális oldatban, amely utóbbit ezért jellemeztük kissé hullámzó görbével. Megjegyezzük azonban, hogy a vizsgált Ott-féle összetételű oldatot — több nagyüzemi gázelemző laboratóriumunk módszere szerint — tömény ammóniumhidroxidoldattal jelentős mértékben (1 : 3) higítva, lényegesen gyorsabb működésűvé tehetjük. Ebben az esetben azonban elengedhetetlen az erős NH_3 gőzöknek külön savas elnyeletése, a végső térfogatleolvasás előtt.

A réz/I/oxid laboratóriumi előállítása

A tárgyalt abszorbensek elkészítését általában kellő részletességgel ismertetik az említett kézikönyvek, ezért kizárólag a kénsavas szuszpenzió hatóanyagával foglalkozunk. A réz(I)oxidot ugyanis a jobb elnyelőképességet adó felületi struktúra érdekében lecsapással, nedves úton célszerű előállítani. Valószínűleg ennek a reagenskomponensnek házilag végzendő előállítása miatt idegenkednek használatától a gázanalitikai laboratóriumok. Ezért kívánom rendelkezésre bocsátani az e téren szerzett tapasztalatainkat is.

A célnak leginkább megfelelő szemcseeloszlású Cu_2O előállítási módszerére vonatkozóan több kísérletet végeztünk. A CuCl sósavas oldatból végzett egyszerű nátronlúgos lecsapás nem adott megfelelő eredményt. Ugyancsak nem voltak kielégítőek a Fehling-reakcióval, azaz a lúgos, K-Na-tartarátos $CuSO_4$ oldat redukciójával nyert termékeink sem. A bizonytalanságot már a nyers csapadékok színe jelezte, különböző sárga, zöldes és barna árnyalatokkal. Jól bevált viszont a következő módszerünk : a CuCl enyhén sósavas oldatába az állandó redukáló közeg biztosítása érdekében kevés formaldehidoldatot elegyítettünk. Ezután NaOH-dal melegen végezzük a CuOH, illetve Cu_2O lecsapását. Ugyanilyen jó eredményt kapunk akkor is, ha a 40%-os formaldehidoldatból csak a csapadékleválasztására szolgáló lúgoldathoz

elegyítünk 2—3 tf.%-nyi mennyiséget. A szívótölcséren végzendő szűrést alapos mosás követi a formaldehid teljes eltávolítása érdekében. A szárítást 105—110 C°-on végeztük, védőatmoszféra biztosítása nélkül. Az abszorpciós oldat előállításához szükséges Cu_2O-ot nem szükséges esetenként frissen előállítani. Egy-egy többszöri felhasználáshoz elegendő adagot hosszabb ideig szoktunk tárolni anélkül, hogy ennek káros hatását tapasztaltuk volna a CO elnyeletésekor.

Az így előállított Cu_2O 20 g-ját Bayer-kézikönyve [1] szerint porcelán mozsárban gyors és alapos eldörzsöléssel kénsavoldatban szuszpendáljuk. A kénsavoldatot — melyet 200 ml 1,84 fajsúlyú kénsavnak 25 ml deszt. vízzel való elegyítésével nyerünk — előzőleg lehűtjük. Végül a Cu_2O-hoz hasonlóan, eldörzsöléssel 25 g β-naftolt keverünk a szuszpenzióba. Az üveggyapoton keresztül lefolyó végső szűrés mellőzése készülékünkben nem okozott eltömődést, illetve egyéb kezelési nehézséget.

A β-naftol helyett *Schuster* [5] szerint a xilol-csoportot tartalmazó vegyületek is előnyösen használhatók.

Tapasztalataink szerint az így elkészített szuszpenziót száraz elnyelető pipettába kell tölteni, mert víz hatására a β-naftolból voluminózus fehér csapadék válhat ki, mely hajlamos az elnyelető pipetta felső elszűkülő hajlatában lerakódni. Ez az elnyeletés után bizonytalan méretű gázbuborékokat tart vissza, lerontva a mérés pontosságát. Ezért megkíséreltük a α-naftol teljes mellőzését. A próbálkozás nem járt sikerrel. Erős buborékképződés lépett ugyanis fel, melynek folytán a gáz utolsó részletei hab alakban távoztak az átbuborékoltatásos mechanizmussal működő elnyelető pipettából. Egyszerű üvegcsövekkel töltött pipettákban ez a hiba csak csekély mértékben jelentkezett, a β-naftol mellőzését azonban itt sem ajánljuk.

Következtetés

Vizsgálataink eredményei alapján az Orsat-készülékes szénmonoxid-meghatározáshoz egy olyan kétpipettás módszer látszik legmegfelelőbbnek, amelyben az első elnyelető a kénsavas Cu_2O szuszpenziót tartalmazza, míg a második pipetta töltete az ammóniás oldat. Az előbbinek előnyei minden téren megmutatkoztak. a részletes tárgyaláskor. Ezek között kell megemlítenünk az igen gyors és kvantitatív elnyelőképességet, a tartós jó kihasználhatóságot és az abszorbens kismérvű oxigénérzékenységét is. Az ammóniás réz(I)klorid oldat elnyelési sebessége és kapacitása lényegesen kisebb. Így a CO zömét felvevő első abszorpciós pipettába nem ajánlhatjuk, részint az abszorpció hosszú időszükséglete miatt, részint pedig az oldatnak ilyen körülmények között tapasztalt gyors kimerülése miatt. A folyamat azonban méréseink szerint ebben az oldatban zajlik le a legegyenletesebben és a legjobban reprodukálható végértékekkel. A CO utolsó nyomait végpontingadozás nélkül, igen megbízhatóan nyeli el.

Levegőtől óvott állapotban az ammóniás oldat a kénsavas szuszpenzióval említett kombinációban hosszú ideig kifogástalan marad. Vegyük pl. a 250 ml-es szokásos pipettatöltetet alapul, egy 100 ml-es gázbürettával összekötve. Átlag 10% CO-tartalmú gázokat elemezve, így kb. 200 elemzés végezhető egy töltettel, míg a kénsavas Cu_2O szuszpenzió milliliterenként 8 ml CO-dal telítődik. Ha az elemzések során 0,5% CO elnyelése hárul az ammóniás oldatra, akkor az említett 200 elemzés alatt csak 0,4 ml CO/ml telítődés következik be, amit szakaszos kihasználás alatt hibamentesen el kell bírnia. Napi 10 elemzést véve alapul, az üzemi laboratórium csaknem egy teljes hónapig használhatja ugyanezt a két pipettatöltetet.

Tájékozódó jellegű CO-meghatározások céljára, ($\pm$0,5% hibahatáron belül) egyetlen kénsavas réz(I)oxid szuszpenzióval töltött abszorpciós pipetta is kiválóan alkalmas. Gyorsan és megbízhatóan működik. Az elnyelés lassúbbodása pedig idejekorán figyelmeztet a lecserélés szükségességére, megelőzve az abszorpció kvantitatív elnyelőképességben bekövetkező csökkenést.

Az irodalom felsorolása az 1. rész végén.

Egyesületi hírek

Egyesületünk Bányászati és Vaskohászati Szakosztálya rendezésében a Közlekedéstudományi Egyesület bevonásával 1963. szeptember 24-én a Technika Házában, 25-én pedig Tatabányán Drótkötélfejlesztési Konferenciát tartott.

A konferencia megnyitó előadásában *Szeless László* (Vaskut) a kötélgazdálkodás jelentőségére mutatott rá. *Mokri Pál* (OKÜ) a drótkötélgyártás alapanyagairól, *Sziráky Miklós* (Vaskut) kerámikus húzógyűrűkről, *Frank László* (Magyar Kábel Művek) az acélsodronykötelek időszerű kérdéseiről, *Imre István* (December 4. Drótgyár) helyett *Szarka Gyula* acélkötelek tipizálásáról, *Káderják Gyula* (December 4. Drótgyár) új típusú kötelekről, *Mankher György* (Salgótarjáni Acélárugyár) zártkötelek kísérleteiről, *Makai György* (Ganz-Mávag) kötelek fárasztóvizsgálatairól, *Sidlovics József* (UVATERV) kötélpályákhoz alkalmazott kötelek és külső tényezők behatásáról a kötél élettartamára, *Takách Gyula* (Műegyetem) tartókötelek méretezése és a kötelek élettartamának vizsgálatáról tartottak előadást.

Ezt követően bányajárás alkalmával helyszíni tanulmányozásra került sor, majd a tatabányai Műszaki Klubban hozzászólás és vita volt. Valamennyi hozzászólásból a konferencia összehívásának időszerűsége és szükségessége tükröződött. Zárszóban *Nagyenyedi József* (Vaskut) tájékoztatást adott a bel- és külföldi kötélgyártással összefüggő műszaki fejlődésről, összefoglalva a konferencián elhangzottakat ismertette a határozati javaslatokat, melyek illetékes fórumokhoz továbbítva hivatottak a többi iparágat érintő komplex feladatok legkedvezőbb megoldására, és további munkálatokra. A határozati javaslatokat a konferencia résztvevői egyhangúanjóváhagyták.

Nagyenyedi József

HOZZÁSZÓLÁS

Dr. *Verő József*: „Műszaki tárgyú szövegeink stílusának hibáiról" c. cikkéhez

Lapunk mult évi novemberi számában dr. *Verő József* a fent idézett címmel cikket közölt. Ebből kitűnik, hogy szerző nemcsak saját szakterületét műveli kiváló eredménnyel, hanem gondosan tanulmányozza a magyar nyelven megjelenő, más szakterületre vonatkozó műszaki irodalmat is, s — mint jó nyelvérzékű ember — bosszankodik az irodalomban, sajnos, nagyon sűrűn előforduló nyelvi hibákon. Aki régebb idő óta ismeri már dr. *Verő* működését, nem lepődik meg azon, hogy a kiváló metallográfus olykor-olykor tollat ragad a magyar nyelv védelmében. Észlelhette ugyanis, hogy dr. *Verő* tankönyvei, publikációi világos és tömör magyar nyelven jelennek meg. Műszaki tudományokkal foglalkozó egyetemi tanáraink között egyike azoknak, akik szüntelenül foglalkoznak a helyes terminológia kialakításával és a magyaros műszaki nyelv meghonosításával is. Dr. *Verő* fenti cikkében meg is említi: „...célom ugyanis nem a bírálat, hanem tanítás, anyanyelvi műveltségünk fejlesztése a műszaki irodalomban is."

Cikke befejező részében dr. *Verő* a következőket írja: „Írással is foglalkozó szaktársaimnak azt szeretném tolmácsolni, törekedjenek mindig olyan szöveget fogalmazni, amilyent más szerző tollából szívesen olvasnak és kerüljék azt, amit más szerzők műveiben bonyolultnak, bőbeszédűnek, nehezen érthetőnek és fárasztónak találnak." Veszélyes tanács ez, mert feltételezi a szerzőtárs jó nyelvérzékét, helyes ízlését! Szerintem a stílushibákkal szaporodóan megjelenő műszaki irodalmi termékek éppen azért látnak napvilágot, mert szerzőjük rossz példát választott, azt hitte, hogy a kiszemelt és mintának használt rossz stílusú szakmunka a műszaki irodalom hivatalos nyelve, s ezt még akkor is tanácsos követnie, ha beszéd közben gondolatait merőben más stílussal fejezi is ki. Így alakul ki és terjed szinte akadályozhatatlanul a műszaki irodalom tolvajnyelve, a hibás ízlés miatt egy-egy helytelen példa számtalan követőre talál, s mire tudatára ébredünk a nyelv romlásának, a javítás csaknem megoldhatatlan feladattá válik.

Dr. *Verő* fenti cikkének befejező részében még a következőket írja: „Biztosra veszem, hogy az idézett példákkal korántsem merítettem ki a legújabb műszaki tárgyú írásműveink stílusának valamennyi hibáját. Ez nem is volt célom." Ez a két mondat bátorított fel jelen hozzászólásom megírására.

Lapunknak nem fő célja és alapfeladata, hogy nyelvi kérdésekkel foglalkozzék, mégis minden számban megjelenik „*helytelen* — **helyes**" címszó alatt néhány kirívó példa a cikkekben talált nyelvi hibákról. Ezek a példák azonban nem témakör szerint csoportosítva jelennek meg, mint dr. *Verő* cikke a sallangmentes, tömör fogalmazásról, s ezért talán céljukat sem érik el olyan mértékben, ahogy azt a közlemények szerzője szeretné. Itt most dr. *Verő* gondolatainak kiegészítéseképpen a műszaki irodalomban veszélyesen terjedő néhány germanizmusra szeretnék rámutatni, mert pár hónapja, mióta a Kohászati Lapok kéziratainak egy része az én kezemen is átmegy, egyre döbbentebben tapasztalom a kéziratokban a germanizmusok nagymérvű elterjedtségét. Feltehető, hogy a hibákat olyan szerzők is elkövetik, akik a német nyelvet vagy egyáltalán nem, vagy csak kevéssé ismerik, s így nincsenek tudatában annak, hogy idegen nyelvből plagizálnak. Íme, a stílusérzékre való hivatkozás veszélyei!

Megjegyzéseimet két témakör köré csoportosítottam.

1. Mutatószavak helytelen használata összetett mondatokban

A magyar nyelvben nem kötelező a mellérendelt vagy alárendelt mondatban az alany vagy a tárgy megismétlése (a német nyelvben szabály, hogy önálló mondat alany, ige és tárgy nélkül nincs, ezeket a mondatrészeket vagy meg kell ismételni, vagy inkább, névmásokkal kell helyettesíteni). Mi a mutató névmások helyett ragokat használunk, vagy ha a mondat értelme a több lehetőség miatt nem világos, az alanyesetet vagy tárgyesetet megismételjük. Két alanyeset vagy két tárgyeset jelenlétekor használhatjuk az előbbi vagy az utóbbi névmásokat is.

a) *A fölösleges mutatónévmás elhagyása*

Az átmérőválasztékot úgy állítottuk össze, hogy az az aluminiumhuzalok egész átmérőválasztékát lehetőleg felölelje. A mutatószó elhagyása után a mondat helyesen és magyarosan így hangzik: **Az átmérőválasztékot úgy állítottuk össze, hogy lehetőleg az aluminiumhuzalok teljes átmérőválasztékát felölelje.**

Az 1220 mérésből *annak* 88%-a megfelel az előírásnak. Az *annak* névmási forma kitevése itt is fölösleges és németes szószaporítás; a mondat helyesen: **Az 1220 mérés 88%-a megfelel az előírásnak.**

b) *Az alany vagy tárgy megismétlése*

A nemfém zárványokat elektrokémiai eljárással izolálták és azokat röntgenszövetkép diagramok felvételével és mikrofelvételekkel megvizsgálták. Valóban nem tudhatjuk, hogy a zárványokat, vagy az izolátumokat vizsgálták-e tovább, de még a németes gondolkozás is ezeket névmást (diese) kívánna, mivel az utóbbiak továbbvizsgálatáról volt szó, tehát a közelbe, ezek-re mutatunk. Helyesen: **A nemfém zárványokat elektrokémiai eljárással különválasztották és az elszigetelt termékeket röntgenszövetkép-diagramok készítésével és mikrofelvételekkel megvizsgálták.**

c) *Rag használata névmás helyett*

Hogyan viselkednek a beépített könnyűfém anyagok, illetve azok szegecselt és hegesztett kötései! Nagyon érezhető a német szerkezet: *und deren Verbindungen.* A magyar birtokos ragot használ és egyértelmű, magyaros szerkezetet kap: **Hogyan viselkednek a beépített könnyűfém anyagok, illetve szegecselt és hegesztett kötéseik?**

d) *Magyarosabb névmások használata*

A hengerlés irányába eső és az arra merőleges tengely. Helyes és magyaros névmással: **A hengerlés irányába eső és a rá merőleges tengely.**

Hasonlóképpen *ahhoz* helyett **hozzá** közeleső, *attól* eltérő helyett **tőle** eltérő, *arra* irányuló helyett **oda** irányuló stb.

2. Az időhatározó és okhatározó felcserélése

A germán nyelvekben az időhatározó és okhatározó szavak azonos értékűek, a magyarban azonban nem! A német nachdem, az angol since, as és for egyaránt használhatók az idő és az ok jelölésére, a magyarban azonban az ilyen mondatok kerülendők: *Miután a körülmények eltérők voltak, a kiértékelést nem tudtuk elvégezni.* Nem *azután* nem tudtuk elvégezni, hanem **azért** nem, vagyis helyesen: **Minthogy a körülmények eltérők voltak, a kiértékelést nem tudtuk elvégezni.** Ugyanígy használhatjuk a **mivel** okhatározót is, mellyel ugyancsak kielégítjük a magyarosság követelményeit. A **miután**-t pedig hagyjuk meg csak időhatározónak, például: **Miután az oldatot lehűtöttük, a szűrést elvégezhettük.** Itt ugyanis valóban előbb hűtöttünk és azután szűrtünk!

A fentiekben kíséreltem meg példákkal felhívni a figyelmet a műszaki szövegekben leggyakrabban előforduló németességekre.

Ruhmann Jenő

KOHÁSZATI LAPOK 1964. év 2. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Л. Кухар : **Коэффициенты распределения зонно-расплавленного алюминия** ..... С 65

Целью настоящей работы являлось определение коэффициентов распределения легирующих элементов и загрязнений, содержащихся в высокочистом алюминии. После обсуждения теоретических оснований описан разработанный метод испытания, основывающийся на применение активированного изотопа Ag 110. Значение k_o отдельных элементов зависит от места расположения данного элемента в периодической системе. Метод пригоден для оценки эффективности зонного плавления.

Д-р. Я. Богнар : **История обучения химических наук в нашем высшем учебном заведении** ... С 70

Начало высшего учебного заведения г. Шелмецбаня, и учреждение Кафедры Минералогии, Химии и Металлургии. Перечень предподавателей со времени учреждения до наших дней. Первый профессор кафедры, Жакен, опознавал в эпохе флогистона обратимый химический процесс, происходящий при обжигании извести, и ввел экспериментальный метод в химическое обучение. Наше высшее учебное заведение можно считать гнездом экспериментального обучения. А. Рупрехт и И. Борн выли создателями амальгамирующего процесса, и они совместно с Мюллером открыли теллур. Существование селена было обнаружено уже Жакеном в 18-ом столетии.

Д-р. Д. Добош : **Некоторые актуальные вопросы развития металлургии в Венгрии** ... С 76

Роль общества в развитии алюминиевой промышленности. Металлургия алюминия в Венгрии. Производство окиси алюминия. Проблемы цветных металлов. Редкие металлы.

Пеце, Л.—Кальмар, Э.: **Комплексная переработка пиритного огарка, летучей пыли и шлама Дорра для извлечения из них меди и цинка** .. С 81

В смесь доменной печи можно ввести без опасности только 5% пиритного огарка, вследствие содержащихся в нем загрязнений меди и цинка. Проводились опыты в связи с одновременным сульфатированием меди и цинка, с последующим их выщелачиванием. Полученные при этом медь и цинк могут быть использованы, и огарок сам путем спекания будет пригодным к подаче.

Суёвски—Бауманн : **Силикотермические печи для производства магния и их работа** ..... С 88

Описание печи отечественного проектирования. Технология производства с печью. Ознакомление результатами полученными с данной печью. Наилучшие результаты получаются при 1400° С. Производственные результаты ухудшаются из-за длительных операций обработки.

Цеке, А.: **Новые огнеупорные материалы для печей электролиза алюминия** ..... С 94

После описания футеровки примененных донные электролизующих печей и свойств проводников тока, изготовленних из керамических материалов, автором описаны свойства разработанных заграницей новых материалов. В связи с улучшением полезного действия тока, с более равномерным ходом печи, с исключением зашламления, а также и со снижением температуры — на основе заграничных опытов — можно получать экономию в 1—5%.

Д-р. Тот, Л.—Тот, К.: **Применение молекулярных фильтров для осушения защитных газов спекающих и прокаливающих печей** ... С 98

При термообработке металлов осушение защитных газов до необходимой степени с химическими абсорбентами является длительным и дорогостоящим методом. Эту задачу можно решить молекулярными фильтрами, исскуственными зеолитами за более короткое время. С помощью этих новых материалов процесс осушения может быть непрерывным.

На хурнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Венгрия.

INHALT

Kuchar, L.: **Verteilungskoeffizienten bei dem Zonenschmelzen von Aluminium** ..... S 65

Wir haben die Verteilungskoeffizienten der im Reinstaluminium befindlichen Legierungselemente und Verunreinigungen bestimmt. Es werden die theoretischen Grundlagen und die auf der Anwendung von aktivem Ag_{110} beruhenden Prüfmethoden beschrieben. Der k_0-Wert der einzelnen Elemente hängt von ihrer im periodischen System eingenommenen Lage ab. Die Methode ist zur Bewertung der Wirksamkeit des Zonenschmelzens geeignet.

Bognár, J. dr.: **Geschichte des Unterrichtes der chemischen Wissenschaften auf der Montanistischen Hochschule** ..... S 70

Ursprung der Hochschule in Selmecbánya und die Gründung des Lehrstuhles für Hüttenwesen, Mineralogie und Chemie. Namenregister der Professorenseit der Gründung bis heute. Der erste Professor, Jacquin, erkannte schon zur Zeit der Phlogistonlehre die reversiblen chemischen Vorgänge beim Kalkbrennen. Er führte auch das Experimentieren in den chemischen Unterricht ein. — Anton Rupprecht und Ignatz Born erfanden gemeinsam das Amalgamieren und mit Müller zusammen auch das Element Tellur. Jacquin wurde auf die Existenz des Selens schon im XVIII. Jahrhundert aufmerksam.

Dr. Dobos Gy.: **Einige zeitgemässe Probleme der ungarischen Buntmetallurgie** ..... S 76

Die Rolle des Vereines in der Entwicklung der ungarischen Aluminiumindustrie. Unsere Aluminiummetallurgie. Die Aluminiumoxyd-Produktion. Buntmetallprobleme. Seltene Metalle.

Pőcze, L.—Kalmár, E.: **Die komplexe Aufbereitung von Kiesabbränden, Flugstaub und Dorrschlamm zur Kupfer- und Zinkausbeutung** ..... S 81

Der Hochofenmöller kann höchstens 5 vH. Kiesabbrände vertragen ohne eine gefährliche Zunahme des Kupfer- bzw. Zinkgehaltes in Roheisen. Die durchgeführten Versuche zur gemeinsamen Sulfatisierung und darauffolgenden Auslangung des Kupfers und Zinkes. Das ausgelaugte Kupfer und Zink können verwertet und die Abbrände gesintert werden.

Szulyovszky—Baumann: **Silikothermische Öfen zur Magnesiumraffination und ihr Betrieb** .... S 88

Beschreibung eines in Ungarn geplanten Ofens. Arbeitsgang der Raffination in diesem Ofen und deren Resultate. Die besten Resultate wurden bei einer Raffinationstemperatur von 1400° C erzielt. Durch langwierige Behandlungsoperationen wird die Produktion erniedrigt.

Czeke, A.: **Neuere feuerfeste Werkstoffe für Aluminium-Elektrolysieröfen** ..... P 94

Beschreibung der bisher angewandten feuerfesten Futter für Elektrolysieröfen, der Eigenschaften der keramischen Stromleiter und der im Ausland entwickelten neuen Werkstoffe. Infolge des Anstieges der Stromausbeute, des gleichmässigen Ofenganges and des Entfallens der Verschlammung und des Temperaturabfalles kann auf Grund von ausländischen Erfahrungen eine 1 bis 5%-ige Einsparung erzielt werden.

Tóth, L. Dr.—Tóth, K.: **Anwendung von Molekular-Sieben beim Trocknen der Schutzgase von Sinter- und Wärmebehandlungsöfen** ..... S 98

Bei der Wärmebehandlung von Metallen ist das Trocknen der Schutzgase mit Hilfe von Absorptionsmitteln mit hohen Kosten und Zeitbedarf verbunden. Die Molekular-Siebe, die künstlichen Zeolite, erledigen diese Aufgabe bedeutend rascher und billiger, das Trocknen kann mit den neuen Werkstoffen auch kontinuierlich ausgeführt werden.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Kuchar, L.: **Distribution coefficients of zone melted aluminium** ..... P 65

Our investigations were aimed at determining the distribution coefficients of alloying elements and contaminants in high purity aluminium. The theoretical concepts and the method of investigation using active Ag_{110} are described. The k_0 value of each element depends on its position in the periodical system. he method can be used to evaluate the efficiency of zone melting.

Bognár, J.: **The history of teaching the science of chemistry at our University** ..... P 70

Origin of the University of Selmecbánya and foundation of the Chair for Mineralogy, Chemistry and Metallurgy. List of the professors from the foundation date up to the present day. Jacquin, the first professor who occupied the chair recognized in the phlogistone period the reversible chemical process taking place during the burning of lime and introduced the experimental method into the teaching of chemistry. The University may be regarded as the cradle of experimental teaching. Antal Ruprecht and Ignac Born invented the amalgamation process and discovered the element tellurium (together with Müller). Jacquin in the XVIIIth century noted the existence of selenium.

Dr. Dobos Gy.: **Some problems of the present development of Hungarian non-ferrous metallurgy** P 76

The Society's role in the development of the aluminium industry. Our aluminium metallurgy. Preparation of aluminium oxide, Problems of non-ferrous metals. Rare metals.

Pőcze, L.—Kalmár, E.: **Complex processing of pyrites cinders, fly ash and Dorr slime for the production of copper and zinc** ..... P 81

5 per cent of pyrites cinders at most can be added to the blast furnace charge because of the copper and zinc contaminants. Experiments for the collective sulfatization and leaching of copper and zinc. The leached copper and zinc can be sold, the cinders residue can be sintered and charged.

Szulyovszky—Baumann: **Design and operation of silicothermical magnesium refining furnaces** P 88

Description of a furnace of Hungarian design. Refining process in the furnace. Plant results obtained with the furnace. Optimal results are obtained at a refining temperature of 1400 deg. C. Production results are impaired by lengthy handling.

Czeke, A.: **New refractoires for aluminium electrolysing furnaces** ..... P 84

Description of refractories used at present in aluminium electrolysing furnaces, of the properties of caramic conductors and of new materials developed abroad. The improvement of current efficiency, the more uniform furnace process, the elimination of sliming and temperature decrease can lead to an economy of 1 to 5 per cent according to foreign experiences.

Dr. Tóth, L., Tóth, K.: **Application of molecular sieves for the drying of the protective gas for sintering and heat treatment furnaces** .... P 98

In the heat treatment of metals the necessary drying of the protective gas by chemical absorbents is a lengthy and very costly process. The molecular sieves, the artificial zeolites perform this function much more quickly. These materials permit continuous drying.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroad should be cent for the following adress: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok„ (Technical Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below :

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **2. szám** 1964. február

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Választmányi ülése

Egyesületünk elnöksége eleget téve ama határozatának, hogy választmányi üléseit más-más vidéki csoport székhelyén rendezi, az 59. közgyűlést követő első választmányi ülését 1963. XII. 7-én Inotán tartotta meg.

Az Inotai Alumíniumkohó kultúrtermében alig maradt egy pár szabad hely, mert a választmány úgyszólván teljes létszámban megjelent és sok egyesületi tag is részt vett az ülésen.

A választmányi ülést a távollevő *dr. Lévárdi Ferenc* elnök helyett *dr. Ember Kálmán* alelnök vezette.

Az elnökségben helyet foglaltak vendégként *dr. Lőrincz Imre* nehézipari miniszterhelyettes, a vendéglátó házigazda *Molnár Imre* főmérnök, *dr. Ember Kálmán, dr. Dobos György, dr. Gagyi Pálffy András, Szele Mihály, dr. Tarján Gusztáv* alelnökök, *Óvári Antal* főtitkár, *dr. Alliquander Ödön, Köves Elemér, Pilter Pál, Sáfár László* szakosztályi elnökök.

Az ülést *dr. Ember Kálmán* a következő szavakkal nyitotta meg:

„Tisztelt Választmányi Ülés!

Kedves Tagtársak, kedves Vendégeink!

Egyesületünk elnöke *dr. Lévárdi Ferenc* a közbejött váratlan rendkívüli körülmények miatt mai választmányi ülésünkön nem tudott megjelenni. *Lévárdi Ferenc* helyett egyesületünk nevében őszintén és meleg szeretettel üdvözlöm megjelent tagtársainkat és kedves vendégeinket és választmányi ülésünket megnyitom.

Megállapítom a választmányi ülés határozatképességét s egyben a jegyzőkönyv hitelesítésére felkérem *Árkos Frigyes* és *Heinrich József* tagtársainkat."

E bevezető szavak után *Ember Kálmán* átadta a szót *Molnár Imre* kohómérnöknek, választmányi ülésünk házigazdájának, az Inotai Alumíniumkohó főmérnökének.

Molnár Imre a választmányi ülést meleg szavakkal köszöntötte vállalatuk dolgozói nevében. Örömének adott kifejezést, hogy az elnökség Inotát választotta az ülés színhelyéül, az alumíniumkohászatnak a háború után, a szocializmusban épült fellegvárát. Gyáruk igazgatójának, *Benedek Zoltánnak* sajnálkozását tolmácsolta, hogy nem lehet az ülésen jelen. Annak a reményének adott kifejezést, hogy a választmány tagjai s a vendégek jól fogják magukat érezni s biztosította az egyesületet, hogy az elnökség döntése a környék kohász-bányász tagjait még közelebb hozza a szeretett anyaegyesülethez.

Dr. Ember Kálmán megköszönte a meleg üdvözlő szavakat, majd így folytatta:

„Tisztelt Választmányi Ülés!

Ma délután temetik a tatabányai XV/a aknán sújtólégrobbanás következtében életét vesztett 26 bányásztestvérünket. Lelkünk mélyéig megrendített valamennyiünket a szomorú sorcsapás. Arra kérem mindannyiukat, hogy választmányi ülésünk alkalmából egy perces néma felállással áldozzunk hősi halált halt bányásztestvéreink emlékének."

A választmányi ülés 1 perces néma felállással s meghajtott fővel emlékezett a hősi halált halt bányászainkra.

Dr. Ember Kálmán alelnök ezután rátért a választmányi ülés tárgyára:

„Tisztelt Választmányi Ülés!

Mai ülésünkön, amint már a helyének megválasztásából is következtetni lehet, egyesületünk életének megbeszélésén kívül a hazai színesfémkohászatunk időszerű kérdéseiről kívánunk tanácskozni.

Nagymultú egyesületünk életében mindig jelentős szerepet töltött be a színesfémkohászat s ez a szerep az utóbbi évek alatt — főleg az alumíniumiparunk fejlődésével — egyre jobban növekedett.

1955-ben — hazai alumíniumkohászatunk megteremtésének 20 éves évfordulója alkalmából — rendeztük meg az iparral közösen az I. Alumínium Konferenciát. Ekkor számot adtunk alumíniumfeldolgozó iparunk eredményeiről és beszéltünk célkitűzéseinkről. Ezt követően f. év május 6—9-én tartottuk meg a II. Alumínium Konferenciát, mely az alumíniumfélgyártmánygyártás és alumíniumfelhasználás helyzetével és feladataival is foglalkozott. A kérdés időszerűségére mi sem jellemzőbb, minthogy a konferencián a

250 belföldi résztvevőn kívül 81 külföldi szakember is résztvett.

Mint ismeretes, hazai bauxit-termelésünk 1926-ban, timföldgyártásunk 1934-ben, alumíniumkohászatunk 1935-ben indult meg. Hazánk bányászata által termelt bauxit kincsünket 1945-ig majdnem teljes egészében külföldön dolgozták fel. Országunkon belül a termelt bauxitnak csak egész jelentéktelen részét, mintegy 6%-át hasznosították. Ezen a téren változás az 1950-es évben következett be. Ekkor létesült az Inotai Alumíniumkohó, az Almásfüzitői Timföldgyár, és az egyes már korábban is működő kisebb gyárainkat jelentősen korszerűsítettük.

Nagy utat tett meg alumíniumiparunk a megindulástól napjainkig és a fejlődés jelenleg is töretlen.

Alumíniumiparunk előtt az 1962. november 15-én létrejött magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény a múltban soha nem tapasztalt távlatot nyitott meg. Az egyezmény lehetővé teszi, hogy világpiaci áron olyan alumíniumfém mennyiséghez jussunk, amely lehetőséget ad versenyképes alumíniumfeldolgozó iparunk megteremtésére. A Szovjetunióba szállított timföldből rendkívül olcsó vízienergia felhasználásával nyert alumíniumot, tömbalumínium alakjában teljes egészében visszaszállítják hazánkba és így az alumínum feldolgozásában széles távlat nyílt meg, de egyúttal sok feladattal, sok tennivalóval nőtt meg bányász és kohász szakembereink kötelessége.

A lehetőségek valóra váltása nehéz, de egyben nagyon szép feladat. E feladatok közül csak néhány fontosabbat kívánok megemlíteni:

Elsősorban megoldandó a nagymérvű mennyiségi termelés legkorszerűbb munkamódszerek szerinti fejlesztése mind a félgyártmány-iparban, mind pedig a feldolgozó iparágakban. A fejlesztés során minden vonatkozásban állandóan lépést kell tartanunk a technika fejlődésével, meg kell közelítenünk, majd pedig mihamarabb elérnünk a világszínvonalat. Szélesíteni kell a változó és állandó fejlődő igényeknek megfelelően félgyártmányaink választékát. Fejleszteni kell a készárut gyártó munkamódszereket a gazdaságos készáru ipari felhasználása érdekében.

Jelen választmányi ülésünk azokkal a problémákkal is kíván foglalkozni, amelyeket ez a nagyarányú fejlesztés indokol.

Tisztelt Választmányi Ülés!

A f. év áprilisában megtartott 59. Tisztújító Közgyűlés óta az egyesületi élet megélénkülése tapasztalható. Egyesületünk szervezetileg is erősödött. Megkezdtük közgyűlésünk határozatainak feldolgozását, szakosztályokra, szakcsoportokra, valamint helyi csoportokra való meghatározását. Elnökségünk úgy véli, hogy a közeljövőben elsősorban a kohászat célkitűzéseit kívánjuk támogatni, mivel jelenleg a népgazdaság súlyponti problémái elsősorban itt jelentkeznek.

Egész életünkre mindinkább a valóságos tudományos és műszaki kérdésekkel való foglalkozás a jellemző. Ennek érdekében emelkedett egyesületünk, szakosztályaink munkájának szakszerűsége is.

A kialakult szilárd helyzet kedvezően hat az egyesületünkben tömörült szakemberek gondolkodására. Igénnyé vált, hogy fontosabb döntések, határozatok előtt megfelelő tájékoztatást kapjanak, vitatkozhassanak, egyszóval megkívánják, hogy egyesületünk egyben vitafórum is legyen.

Ezeket a problémákat a kidolgozás alatt levő 1964. évi munkatervünkben a legteljesebb mértékben figyelembe kívánjuk venni.

Említésre méltó körülmény, hogy vidéki csoportjaink többsége megerősödött és jelentős egyesületi életet él. Ennek figyelembevételével elnökségünk úgy döntött, hogy kérésüknek eleget téve, jövő évi nagyrendezvényeink többségét vidéki csoportjaink szervezésében tartjuk meg. Úgy véljük, hogy ezen döntésünk helyes volt, mert így több segítséget tudunk az ipar részéről jelentkező problémák megoldásához nyújtani.

Kérem a tisztelt Választmányi Ülést, hogy a következő előadást és beszámolót kísérje figyelemmel és az ezt követő vitában bírálatával, javaslataival támogassa egyesületi munkánk nemes célkitűzéseit."

Ezután *Ember Kálmán* alelnök megkérte *dr. Dobos György*, alelnököt, hogy tartsa meg „A magyar színesfémkohászat fejlesztésének néhány időszerű problémája" című előadását.

Az előadást, melyet a választmány tagjai feszült érdeklődéssel hallgattak végig, a Kohászati Lapok jelen számában más helyen közöljük.

A nagy tetszéssel fogadott előadás után *Ember Kálmán* alelnök felkérte *Óvári Antal* főtitkárt, hogy ismertesse az egyesület életét a közgyűlés óta eltelt időben.

Óvári Antal főtitkár beszámolója a következőképpen hangzott el:

„Tisztelt Választmány!

Hagyományos kötelességemnek teszek eleget, amikor jelentésünk megkezdése előtt kérem, hogy emlékezzünk meg azokról a tagtársainkról, akik április 30-i közgyűlésünk óta örökre eltávoztak közülünk és nekik utolsó *Jó szerencsét!* mondtunk:

Schmidt Lajos gyémántdiplomás bányamérnök,
Haán Aladár aranydiplomás kohómérnök,
Barta Kálmán technikus,
Drótos István bányamérnök,
Forsthoffer Ernő üzemvezető,
Garay László gépészmérnök,
dr. Kőrös Béla kohómérnök,
Lestyán István főtechnológus.

Áldozzunk kegyelettel emléküknek egy perces néma felállással!"

A tiszteletadás után *Óvári Antal* főtitkár így folytatta:

„Beszámolónk az 59. Tisztújító Küldött Közgyűlésünk óta eltelt 7 hónap egyesületi életét öleli fel.

Összeállításakor arra törekedtünk, hogy csak a leglényegesebb jellemző eseményekről tegyünk jelentést és elsősorban az a cél vezette elnökségünket, hogy a levonható következtetésekkel a jövő évi munkatervünk elvi irányvonalát jóváhagyás céljából a tisztelt választmány tagjai elé tárjuk.

Az 59. közgyűlésünk végén az új vezetőség nevében elnökünk azt a programot adta a következő 3 évre, hogy próbáljunk az eddigi, helyesnek bizonyult úton maradni, de ahol szükséges, finomítsuk, fejlesszük tovább az életadta követelményeknek megfelelően az egyesületi munkát.

Az 59. közgyűlés határozatai 17 pontban összefoglalva eléggé részletesen megszabták egyesületünk súlyponti feladatait.

Az 1963. évi egyesületi munkaterv természetesen még ezt megelőzően készült. Végrehajtása során, ahol szükségesnek látszott, a határozatok szerint bővítettük és igyekeztünk a legfontosabb célkitűzésekből minél többet már ez évben megvalósítani. A munka zöme azonban az előttünk álló időszakra marad.

Két alapvető szempontra kellett a végrehajtás során messzemenően tekintettel lennünk:

1. A már közel 3400 egyesületi tagunk zömének nagyfokú üzemi, hivatali leterheltsége és az ebből adódó kevés szabad ideje.

2. Tagjaink túlnyomó többsége, közel 75%-a vidéki bánya- és kohótelepeken dolgozik.

Éppen ezért a fő törekvésünk az volt és lesz a jövőben is, hogy kevesebb számú, de nívós központi rendezvényt szervezzünk. Fontos feladatunk, hogy az egyesületi élet decentralizáltan, a szűkebb szakmai csoportokban — amit már maga a nagy létszám is szükségessé tesz — tagjaink igényeit messzemenően kielégítse, az egyesületünkre jellemző, hagyományaink szerinti demokratikus légkör ne csorbuljon, és az egyesületi élet szabad vita-fórum jellege elmélyüljön.

Célunk, hogy tagjaink közül az idősebbek is és a fiatalok is megtalálják az egyesületi életben azt, amit várnak és így magukénak érezzék az egyesületet.

Új, valamint régi tagjaink részére egyaránt vonzóvá kívánjuk tenni egyesületünket, hogy szakmai-tudományos fejlődésük érdekében szívesen áldozzák fel szabadidejük egy részét.

Jelentjük, hogy titkárságunk munkája függetlenített titkárunk, régi és új munkatársak lelkes munkája révén — bár a jelentkező munkatöbblet jelentős volt, mégis — ütemes és színvonalában emelkedő.

A szervezési munka

A szakosztályok, szakcsoportok vezetőségével való rendszeres együttműködés és főleg a torlódások elkerülése érdekében lefektettük az egyesületi rendezvénynaptárt. Kidolgoztuk az egyesületi ügyintézés alapvető szabályait és a legfontosabb egyöntetű intézést kívánó ügykörökre, szakosztályközi (külügyi, oktatási, alapszabálymódosító, érem, társadalmi, automatikai stb.) bizottságokat szerveztünk.

Arra törekedtünk, hogy szakosztályvezetőségeink minden egyes tagja résztvegyen a vezetésben és konkrét, állandó munkakört kapjon. Ilyenek: oktatási ügyek, új tagok ügyei, költségvetési, pályázati, munkabizottsági, társadalmi rendezvények, külföldi kapcsolatok ügyei stb.

A vidéki csoportjainkkal kapcsolataink javítása, valamint a vidéki egyesületi munka egyöntetű irányítása érdekében 33 vidéki csoportunk titkárai részére első ízben tartottunk összevont értekezletet. Már ez évben is, de a jövőben még inkább arra törekszünk, hogy a nagyobb egyesületi rendezvényeket az egyes vidéki csoportok székhelyén szervezzük, amitől a vidéki munka felélénkülését is várjuk.

Bányászati szakosztályunktól indult ki a vidéki csoportok patronálásának gondolata. A budapesti szakosztályvezetőségi tagok önként vállalták egy-egy vidéki csoport patronálását. Mint összekötők fokozottan résztvesznek csoportjuk életében, segítik a helyi rendezvények szervezését, állandó jelleggel képviselik a központban csoportjukat, közösen alakítják ki a munkaterveket és az egyes rendezvények programját. Ezt a szervezési módszert többi szakosztályunk figyelmébe ajánlottuk és általánosítani szeretnénk.

Örömmel jelentjük, hogy a szakmai-tudományos program tarkítása érdekében régóta kívánt társadalmi összejövetelek, klubestek rendezésében sikerült előrehaladnunk.

Ezeket a társadalmi összejöveteleket egyelőre szakosztály vagy csoport keretében szerveztük, tervbevettük azonban 1—2 egyesületi szintű klubest rendezését is.

Vidéki csoportjaink többsége szintén rendszeresen, jól sikerült klubesteket szervezett. Örömmel fogadtuk fiatalabb budapesti tagtársaink kezdeményezését is, hogy egyesületünkben rendszeresen klubesteket tartsanak, ami új színt jelent egyesületünk életében.

Taglétszám

A taglétszám növekedése a közgyűlés óta kb. 400 fő. Így egyesületünk összlétszáma megközelíti a 3400 főt. Sajnos, továbbra is fennáll az, hogy a felvett tagoknak közel 40%-a rövid idő alatt lemorzsolódik. E helytelen jelenségen a helyi és szakcsoportok, valamint az ajánlók segíthetnének.

Fennáll továbbá az is, hogy a létszám emelkedésével nem nő arányosan az aktív tagok száma. Ezért a jövőben feladatunknak kell tekintenünk, hogy új tagjainkkal a szakosztályok és vidéki csoportok egy-egy kijelölt tagja foglalkozzék. Ismertessük meg velük egyesületünk életét és az érdeklődési körüknek megfelelő egyesületi munkába igyekezzünk őket bevonni. Az egyre szaporodó létszám is arra figyelmeztet bennünket, hogy keresnünk kell a módját annak, hogy legalább szakosztályi tagjaink megismerjék egymást és az egyes szakosztályok aktív tagjai a többi szakosztály munkájáról is tájékoztatást kapjanak, a szakosztályvezetőségek időnként egymás rendezvényeit látogassák, de legalább a reprezentatív rendezvényeken képviseltessék magukat. Terv-

szerűen törekednünk kell néhány olyan rendezvény szervezésére is, amelyek több szakosztályunkat érintik és hagyományainknak megfelelően a bányász-kohász összetartozás jegyében kerüljenek megrendezésre.

Amint már említettük, jelenleg tagságunk közel 75%-a vidéken dolgozik. Ezalól egyedül az Öntödei Szakosztály kivétel, öntész tagjaink kb. kétharmada ui. budapesti üzemekben dolgozik. Kétségtelen azonban, hogy a vidéki csoportjaink munkája teszi az egyesületi élet legdöntőbb részét, ezért a jövőben a vidéki csoportok egyesületi munkájával, ezek összehangolásával szakosztályvezetőségeinknek és elnökségünknek is többet kell foglalkoznia. Célkitűzésünk az, hogy minden vidéki tagunk magáénak érezze az egész egyesületet, tájékoztatva legyen a sajátján kívül a többi csoport kiemelkedő rendezvényeiről is.

Szaklapjaink

Szaklapjaink ügyét egyesületünk mindig szívügyének tekintette. Ismeretes, hogy egyesületünk megalakulása előtt már 1887-ben egy Bányászat-Kohászati Irodalompártoló Egyesület alakult, kifejezetten a magyar szakirodalom fejlesztése érdekében és később ez lett a magja az 1892-ben Selmecbányán véglegesen megalakult Egyesületünknek. Szaklapjaink jelenleg is a legrendszeresebb kapcsolatot jelentik az egyesület és tagjaink, elsősorban vidéki tagjaink között. Lapjaink szerkesztését a főszerkesztők és szerkesztő-bizottságok lelkesen és eredményesen végzik. A külföldi szaklapok nívóját lapjaink elérik, sőt nyugodtan állítható, hogy néhány, még a mienknél nagyobb országét is túlszárnyalják. A lapjainkban megjelent szakmai-tudományos cikkek szakembereink nélkülözhetetlen információs forrásai, és továbbra is műszaki fejlesztésünk egyik legkipróbáltabb segítőjének és műszaki kultúránk legfontosabb terjesztőjének tekintjük szaklapjainkat.

Az Olajbányászati szakosztály kezdeményezése önálló szaklap indítására ezidáig nem vezetett eredményre. Habár olajbányászati szakosztályunk létszáma alig haladja meg a 100 főt, egyrészt a létszám növelésével, másrészt a feldolgozó iparág szakembereinek bevonásával remélhető, hogy a lap beindításához szükséges minimális 400 fő létszámot elérjük. A lap-indítással kapcsolatos kérelmünket az illetékes szervekhez eljuttattuk, azonban döntést még nem kaptunk. Mivel e kérdéssel közgyűlésünk határozata is foglalkozik, megvalósítását szorgalmazni fogjuk.

Lapjainkban megjelent cikkek elemzésével szakosztályaink továbbra is rendszeresen foglalkoztak. Megállapításunk szerint az egyes üzemi lapok és a mi lapjaink munkaterveit a jövőben jobban össze kell hangolni. Meg kell jegyeznünk, hogy a MTESZ 51 szaklapja közül lapjaink terjedelem és példányszám tekintetében a legjobbak között vannak. A MTESZ most kívánja általánosítani többi lapjánál is a mi hagyományos eljárásunkat, amely szerint a lapot minden tagunk tagdíj fejében kézhezkapja.

Tanulmányutak

A belföldi tanulmányutak száma emelkedett, elsősorban a vidéki bányász-csoportok által rendezettek. Még nagyobb érdeklődés mutatkozott a külföldi csoportos utazások iránt és a szakosztályvezetőségek javaslata alapján a munkatervbe állított utazásokon kívül egyéb külföldi utak kerültek lebonyolításra.

Külföldi vásárokra (Poznan, Brünn, Lipcse) és a Freiberg-i ünnepi napokra 6 csoportot indítottunk összesen 275 fő részvételével. Ezenkívül még 13 csoportos tanulmányutat indítottunk összesen 388 fő részvételével. Ezekből négyet vidéki csoportjaink, Veszprém, Székesfehérvár, Almásfüzitő, Inota kezdeményeztek, kizárólag saját vállalatuk részére. A többi tanulmányút résztvevői között szinte mindegyik vidéki csoportunk tagjait megtalálhatjuk budapesti tagjainkkal együtt.

A tanulmányutak alkalmat adtak a résztvevőknek, hogy a baráti országok bányászatának-kohászatának műszaki színvonaláról áttekintést kapjanak, szakmai ismereteiket gyarapítsák és közvetlen baráti kapcsolatokat is kiépítsenek a baráti országok szakembereivel. A jól sikerült tanulmányutak eredményeképpen tagjaink körében éppen a szakismeretek bővítésére való hivatkozással továbbra is változatlanul fennáll az igény, sőt növekszik a szomszédos baráti országokba, sőt újabban Jugoszláviába, Ausztriába és a nyugati országokba indítandó tanulmányutak iránt.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a titkárságunknak igen nagy megterhelést jelentő vásárlátogatások és csoportos tanulmányutak résztvevői között alig 50—60%-ot tettek ki egyesületi tagjaink, mert az utazások költségeit viselő jogitag vállalatok igen nagy számban jelöltek ki dolgozóik közül olyanokat is, akik nem tagjai egyesületünknek. Éppen ezért október 15-i elnökségi ülésünk olyan határozatot hozott, amelynek értelmében titkárságunk a jövőben csak gondosan előkészített, 1—1 szűkebb szakmai területet érintő csoportos tanulmányút bonyolítását fogja végezni, és ezeken lehetőleg csak egyesületi tagjaink vehetnek részt.

Mi mindössze 4 külföldi csoportot fogadtunk. 1 lengyel kohász, 1 NDK öntész, 1 NDK bányász és 1 jugoszláv olajbányász csoportot.

Kapcsolataink az irányító szervekkel

Az egyesületi munkában a legjobb rendszeres kapcsolatunk továbbra is a Nehézipari Minisztériummal volt; minden lényeges témakörben együttműködtünk. Ugyanakkor nem változott az a helyzet, hogy a Kohó- és Gépipari Minisztériummal a kapcsolat csak néhány esetre szorítkozott és az egyesület munkáját az iparág csak néhány esetben támogatta. Úgy érezzük, hogy a KGM nem értékeli azt a jelentős szellemi kapacitást, amit egyesületünk a vaskohászat és öntészet terén jelent.

A Művelődésügyi Minisztériummal a beszámolás időszaka alatt is igen jó kapcsolatban álltunk, elsősorban az egyetemi tanterv bírálata révén.

Igen lényeges és új kapcsolataink keletkeztek az elmúlt években alakult új szervvel, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal. Már eddig is több fontos műszaki fejlesztési témában sikerült eredményes együttműködést teremtenünk.

Az az aggály, hogy az OMFB elszívja az egyesület legjobb aktiváit — mert tanulmányok kidolgozására az egyes szakmák legjobb szakembereit veszi igénybe —, nem bizonyult helytállónak. Ezek a szakemberek egyesületünknek továbbra is legaktívabb tagjai maradtak.

Véleményünk szerint egyes tanulmányok kidolgozásához szakértők javasolása és a már elkészített OMFB tanulmányok széleskörű szakmai vitája révén az egyesület értékes segítséget tud nyújtani az OMFB-nek a súlyponti fejlesztési feladatok kidolgozásában.

Sor került az OMFB-vel néhány előadás közös megrendezésére is, főleg külföldi előadókkal. Minthogy tagjainkat a műszaki fejlesztési kérdések erősen érdeklik, az OMFB-vel való szoros együttműködésre a jövőben is készségesen vállalkozunk.

Szeretnénk kapcsolatainkat bővíteni a Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályával is.

A MTESZ legfontosabb ülésein főtitkárunk, a hetenként tartott titkári értekezleteken pedig titkárunk rendszeresen résztvesz. Képviseltettük magunkat a június 3-án Pécsett a MTESZ vidéki intézőbizottságok további bővítése ügyében tartott értekezleten, valamint az október 31-én tartott országos vezetőségi ülésen. A MTESZ tervbevette megyei székhelyeken további vidéki intézőbizottságok szervezését, amelyek a tervek szerint a területükön működő összes vidéki egyesületi csoportokat támogatnák, munkájukat koordinálnák. Felmerült az a terv is, hogy az MTESZ átvenné az összes egyesületében a tagdíj központi beszedését és nyilvántartását. A MTESZ központi Titkársága állandóan figyelemmel kíséri egyesületünk munkáját és munkánkat, kéréseinket támogatja. Értékes segítséget kaptunk a MTESZ-től a külföldi rendezvényeken való részvételekhez szükséges deviza biztosításában is.

Több közös rendezvényt tartottunk, illetve egyes kérdések kidolgozásában együttműködtünk a MTESZ velünk érintkező téren működő egyesületeivel, így a Gépipari Tudományos Egyesülettel, a Magyar Kémikusok Egyesületével, a Magyarhoni Földtani Társulattal és a Közlekedéstudományi Egyesülettel.

Jövőre is feladatunknak tekintjük, hogy a rokonterületen működő tudományos egyesületekkel a kapcsolatokat mélyítsük, éves programunkat velük egyeztessük és több közös rendezvényt szervezzünk.

Nemzetközi kapcsolataink

Nemzetközi kapcsolataink a beszámolónk időszaka alatt tovább erősödtek. Tagjaink sorában érezhetően erősen növekedett az igény a külföldi szakmai-tudományos élettel való rendszeres kapcsolatok fejlesztésére. A legszorosabban működtünk együtt a NDK-beli Német Bánya- és Kohómérnökök Társaságával, valamint a Lengyelországi Kohászati Ipar Mérnökeinek és Technikusainak Egyesületével. Együttműködési szerződéseink alapján a nagyobb rendezvények kölcsönös látogatása és előadócsere révén egyesületeink kölcsönösen segítették egymást. Az NDK testvéregyesület ügyvezető alelnöke többszöri látogatásának viszonzására legalkalmasabbnak látszott az 1963. Erfurt-i közgyűlés, amelyen a szakosztályok képviselőivel és előadóinkkal együtt egyesületünk főtitkára is résztvett.

Előkészítés alatt van két további együttműködési szerződés: a lengyel és a jugoszláv öntész egyesületekkel.

Továbbra is eredményesnek mutatkozott az Öntödei Szakosztályunk részvétele a Nemzetközi Öntészeti Komitéban. Rendszeres tájékoztatást kapunk a 22 tagegyesület rendezvényeiről és több neves külföldi előadót sikerült biztosítanunk az egyes súlyponti öntészeti kérdésekkel foglalkozó előadásokra. Másrészt mód nyílott arra is, hogy öntödei szakosztályunk egyes tagjai nyugati országok öntődéit is megtekinthessék.

Bányászati Szakosztályunk a Szovjetunió és a NDK szénbányász egyesületeivel, Olajbányászati Szakosztályunk a jugoszláv olajbányászati egyesülettel, Öntödei Szakosztályunk pedig az olasz és az osztrák öntödei egyesületekkel vette fel a kapcsolatot.

40 tagunk vett részt — köztük 16 vidéki tag — 17 külföldi ankéton, konferencián egyesületi kiküldetésben. Ezek zöme az NDK-ban, a többi a Szovjetunióban, Lengyelországban, Csehszlovákiában zajlott le. Eljutottak tagjaink távolabbra is, pl. Kamorovó (Szovjetunió), Szibéria, Szófia, Cannes (Franciaország), Frankfurt (NSZK).

Nagy rendezvényeink

Beszámolónk időszaka alatt nagy rendezvényeink a következők voltak: Alumínium Konferencia 1963. május 6—9-én, amelyen 248 belföldi és 81 külföldi — köztük 22 nyugati — szakember vett részt. A nemzetközi érdeklődés leginkább az 1960. évi Bányászati Konferenciához hasonlítható.

Az elhangzott 50 előadás közül 30-at külföldi előadók tartottak. Az előkészítés alaposságát bizonyítja, hogy az összes előadások anyagát 4 nyelvű kiadványban a konferencia kezdetén a résztvevők rendelkezésére bocsátottuk. A konferencia sikerét nemcsak a nemzetközi szakirodalom elismerése igazolja, hanem az is, hogy a külföldi résztvevőkkel megteremtett kapcsolatok révén fémkohászati szakosztályunk már több meghívást kapott előadások tartására.

Május 24—25-én Bányászati Szakosztályunk Budapesten nagysikerű konferenciát rendezett bányászatunk egyik legidőszerűbb feladatáról, „Lefejtési sebesség növelésének egyes kérdései a magyar szénbányászatban" címmel, amelyen igen nagy érdeklődéssel kísért előadások hangzottak el.

Augusztus 8—10-én Bányászati Szakosztályunk Pécsett Országos Bányamérő Ankétot

rendezett, amelyen 10 előadás hangzott el a bányamérés legfontosabb kérdéseiről. A résztvevők száma 160 volt.

Szeptember 4—9-ig rendezte meg Balatonszéplakon Vaskohászati Szakosztályunk az immár hagyományos Szabad Egyetemet 250 fő részvételével, ennek keretében 36 előadás hangzott el, amelyek a teljes vaskohászatot felölelték.

Szeptember 24—25-én Budapesten rendezte meg Vaskohászati és Bányászati Szakosztályunk a Közlekedéstudományi Egyesülettel közösen a Drótkötélfejlesztési Konferenciát, amelynek kb. 80 főnyi résztvevője 7 előadást hallgatott meg. Ezeket Tatabányán gyakorlati helyszíni bemutató egészítette ki.

Október 24—25-én rendezte meg Vaskohászati Szakosztályunk csepeli csoportja az Acélcsőgyártó Konferenciát, amelyen 13 előadás hangzott el. Ezek közül 4-et külföldi szakemberek tartottak. A jelenlevők száma: 177 fő volt.

November 1—2-án tartotta meg Budapesten Vaskohászati Szakosztályunk kovács szakcsoportja 80 fő részvételével Kovács Ankétját, amelynek keretében 5 előadás hangzott el, köztük 1 külföldi előadó.

Ez évben volt 200. esztendeje annak, hogy Selmecbányán a Kohászati-Kémiai-Geológiai Tanszéket megalapították. Résztvettünk a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen ebből az alkalomból szeptember 16—17-én megrendezett jubileumi ünnepségen. A jubileumi ünnepség szervezését egyesületünk a Földtani Társulattal és a Kémikusok Egyesületével közösen végezte. Véleményünk szerint a ritka jubileum adta lehetőséget jelentőségének megfelelően jobban ki kellett volna aknázni. Úgy véljük, hogy a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem sem támogatta eléggé e nagy jelentőségű jubileumi ünnepség megszervezését.

Mint ismeretes, 1967-ben lesz egyesületünk megalakulásának 75. éve, a Bányászati és Kohászati Lapok megindulásának évszázados jubileuma. Korábbi tapasztalatok alapján egyesületünknek már most meg kell kezdenie az előkészületi munkákat a jubileum méltó megünneplésére.

Nagy rendezvényeink témakiválasztása — úgy érezzük — szerencsés volt. Fontos szakmai kérdések kerültek megtárgyalásra, ezek előrevitték a bányászat és kohászat műszaki fejlesztését és egyidejűleg gyarapították a résztvevők szakmai-tudományos műveltségét.

A jövőben törekednünk kell arra, hogy rövidebbek legyenek a szakmai előadások, és a konferenciákon, ankétokon kevesebb előadást iktassunk programba éppen azért, hogy az előadásokat követő vitákra, hozzászólásokra több időt biztosítsunk és így a résztvevőket jobban aktivizáljuk.

Igen lényegesnek tartjuk, ezért szorgalmazni fogjuk, hogy minden konferenciánk, ankétunk anyagát lehetőleg előre, de legalább utólag jól rendszerezetten összefoglalva kiadjuk, hogy így maradandóbban közkincsé váljanak.

Szakosztályaink munkája

Szakosztályaink általában az éves munkaterveik szerint dolgoztak. Bányászati Szakosztályunk munkájára legjellemzőbb volt a beszámolási időszakban, hogy a szakmai előadások témájául nagyon jól választották ki a bányászat legidőszerűbb problémáit, amit elsősorban a résztvevők száma bizonyít. Igen lelkesen vettek részt az egyesületi hagyományok összegyűjtésére indított munkában. A szakosztály munkájában a minisztérium vezető dolgozói, valamint több vidéki csoportban a vállalatok vezetői továbbra is tevékenyen részt vesznek. Igen nagy gonddal foglalkoztak az oktatási reform-bírálat további munkálataival. A kiírt pályázataikra igen nagyszámú és értékes pályamű érkezett be. A szakcsoportok közül főleg a bányagazdasági csoport fejtett ki jelentős tevékenységet.

A szakosztály 17 vidéki csoportja közül egyedül a mátravidéki, az ózdi és az egyetemi csoport munkájában mutatkoztak nehézségek.

A borsodi, dorogi, tatabányai, nógrádi, középdunántúli és mecseki csoport aktivitása viszont jelentősen erősödött.

Az Olajbányászati Szakosztálynak munkájában sajnos eddig nem következett be olyan értelmű javulás, hogy rendezvényeiken a szakma dolgozóinak részvételét rendszeresen biztosítani tudták volna. A szakosztály eddig az olajbányász szakemberek kisebb körét tudta csak az egyesületi munkába bevonni. Igen kedvező jelenség azonban a szakosztály fiatal tagjainak aktív munkája, ami elsősorban a jugoszláv olajbányász szakemberek magyarországi tanulmányútjának lebonyolítása kapcsán mutatkozott meg. A két vidéki szakcsoport aktivitását gátló körülményeket is mielőbb el kell hárítani.

Vaskohászati Szakosztályunk munkáját elsősorban több nagy rendezvény bizonyítja. A vezetésben bekövetkezett lanyhulás a szakosztályi titkár lemondásának következményeként állt elő. A szakosztály munkájára jellemző, néhány idősebb tagtárs igen lelkes közreműködése, akik tanácsokkal és személyes példaadással igyekeznek a szakosztály többi tagjait az egyesületi munkába bevonni.

A szakosztály csoportjai közül a legtevékenyebb munkát a csepeli csoport fejtette ki, ugyanakkor a salgótarjáni és egyetemi csoport alig működött. A szakosztály szakcsoportjai közül a legaktívabb munkát továbbra is a kovácsszakcsoport és az anyagvizsgáló szakcsoport fejtette ki. Mindkét szakcsoport önálló külföldi tanulmányutat is szervezett.

A szakosztály többi szakcsoportját, a tűzálló, kohógépész és a kohóközgazdász szakcsoportokat aktivizálni kell.

Fémkohászati Szakosztályunk vezetőségét leginkább az Alumínium Konferencia rendezése foglalta le. Ezt követően a szakosztály munkabizottsági tevékenysége és az oktatási reform bírálatában való közreműködése volt kiemelkedő.

Vidéki csoportjai jelentősen erősödnek. Az inotai és almásfüzítői, székesfehérvári csoport jól

sikerült önálló külföldi tanulmányutat is szervezett. Igen szépen fejlődött a csepeli csoport is.

Öntödei Szakosztályunk tevékenységét továbbra is a rendszeres, gyakori rendezvények, a jelentős számú munkabizottság és az élénk szakmai viták jellemzik. A szakosztály ez évre tervezett nagy rendezvényét az Öntő Napokat a KGM kérésére 1964. év májusára halasztottuk. Bekapcsolódtak a Komité nemzetközi munkabizottságaiba is. Vidéki szakcsoportjaik is eredményes munkát végeznek, hasonlóan sok — nagy érdeklődéssel kísért — szakelőadást tartanak. Jövő évben időszerűnek látszik a diósgyőri és salgótarjáni csoport munkájának felélesztése.

Pénzügyi helyzetünk

A következőkben az egyesület gazdasági helyzetéről kívánom a tisztelt Választmányi Ülést röviden tájékoztatni.

Az anyagi helyzet a költségvetéstől jelentős mértékben eltérően alakult, bár jogi tagdíjakból és egyéni tagdíjakból a tervezettnél nagyobb bevétel mutatkozik. Elsősorban a közgyűlés költségei, továbbá az egyesületi érmek és irodabútorok beszerzése miatt előállt többletkiadások következtében a tervezett 70 000 Ft-tal szemben az évvégi zárlat minimális készpénz egyenleget fog mutatni. Hátrányosan hatott anyagi helyzetünkre az is, hogy az előző évről áthúzódó maradvány lényegesen a tervezett alatt maradt.

Továbbra is többször mutatkozik annak szükségessége, hogy az alapszabályaink néhány pontját a vezető szervek működését, kötelező gyűléseik számát az élet követelményeinek megfelelően megváltoztassuk. A taglétszám növekedésére való tekintettel évenként egy-egy szakosztályi ülés tartása látszanék célszerűnek, amelyek a régi évenkénti közgyűléseket pótolnák. Az erre vonatkozó tervezet elkészítésének határidejéül 1964. május 31-ét javasoljuk megszabni, hogy azt az elnökség tavasszal, a választmányunk pedig legkésőbb ősszel megtárgyalhassa.

Jelentésünk nem terjedhetett ki az egyesületi élet minden kérdésére. Úgy éreztük szükségtelen az összes gyűlések, szakmai előadások felsorolása, ezért csak a legfontosabb rendezvényekről emlékeztünk meg. Csak a beszámolás időszakában végzett munka rövid összefoglalását adtuk és a legdöntőbb gondolatokat vetettük fel az előttünk álló év egyesületi feladatainak megoldásához.

Jelentjük végül, hogy az 59. Küldött Közgyűlésünkön megválasztott tisztségviselők közül *Dévényi György*, Vaskohászati Szakosztályunk titkára új hivatali beosztására való hivatkozással e tisztsége alól felmentését kérte. Elnökségünk határozata alapján Vaskohászati Szakosztályunk vezetősége megválasztotta utódjául *Gruber Imre* tagtársunkat, aki ideiglenes jelleggel a titkári teendők végzését átvette. Kérjük a Választmányt, vegye tudomásul és erősítse meg az alapszabályoknak megfelelően *Gruber Imre* Vaskohászati Szakosztályunk titkárává történt megválasztását.

Amikor jelentésünk tudomásulvételét és határozattá emelését kérjük, egyben kérjük azt is, hogy a t. Választmány munkánk bírálatával és javaslataival egészítse ki beszámolónkat. Állapítsa meg hagyományainknak megfelelően helyes úton járunk-e, jól hajtjuk-e végre az 59. Közgyűlésünk határozatait. Jó szerencsét!"

A főtitkári beszámolót a hallgatóság feszült figyelemmel hallgatta, majd erőteljes hosszú taps jutalmazta a jól sikerült összefoglalót.

Ezután dr. *Ember Kálmán* megköszönte az előadást és a beszámolót, majd az ülést 10 percre felfüggesztette. Mind az előadást, mind a beszámolót a választmány tagjai élénken figyelték, ezt a legjobban az bizonyította, hogy a teremben is, a folyosón is sok csoportosulásban élénk vita folyt, amit az ülés folytatására hívó csengő hangja is csak többszöri ismétléssel tudott megszakítani.

A szünet után dr. *Ember Kálmán* a folytatólagos tanácskozást megnyitotta és elsőnek *Pálovics Pálnak* adta meg a szót.

Pálovics Pál felszólalásában először örömének adott kifejezést afelett, hogy a jövőben a nagy rendezvényeket a vidéki bányászati s kohászati központokban fogják tartani. Majd dr. *Dobos György* előadásában elhangzott termelékenységnövelésről szólt részletesen és azt javasolta, hogy az alumíniumiparban szétszórt javítógépparkot egy helyre vonják össze.

Ezután *Pilter Pál* a Vaskohászati Szakosztály elnöke adta elő hozzászólását. Kifejtette, hogy egyesületünk elnöke dr. *Lévárdi Ferenc*, *Fock Jenő* és dr. *Horgos Gyula* miniszterek több ízben szóvá tették, hogy a kohászattól még jobb minőségű gyártmányokat várnak. A minőség javítása érdekében a kohászatnak három alapvető feladatát fejtette ki.

1. A legjobb munkamódok alkalmazása és a vonatkozó rendelkezések betartása. *2.* A kutató munkák eredményeinek gyors bevezetése. *3.* A gyártmányfejlesztési program határidőre való elvégzése.

Részletesen kifejtette, hogy nemcsak korszerű gépek kellenek a minőség javításához, hanem az is, hogy a munkautasításokat fegyelmezetten, maradéktalanul mindenki tartsa be. A kutató munkákhoz nemcsak laboratóriumok kellenek, ezekben nemcsak eredményeket kell felmutatni, de az eredményeket az üzemekben a való életbe, a termelésbe is be kell vinni, azaz az eredményeket valóra is kell váltani. Felsorolta a legutóbb kitűzött kutatási feladatokat. Majd áttért a gyártmányfejlesztés feladatainak ismertetésére, részletesen elemezve az összes kohászati mű elé tűzött célokat.

Pilter Pál ezután ismertette a Vaskohászati szakosztály 1964. évi munkatervét. Többek között felsorolta a műszaki tudományok fejlesztését, terjesztését, a tervek társadalmi bírálatát, az együttműködést az ágazatunkkal érintkező tudományos egyesületekkel a kohászati berendezések műszerezésében, az automatizálásban stb.-ben. Foglalkozni kell az anyagmozgatás gépesítésével, az energiafelhasználás ésszerűsítésével, a szállítógépek használatával. Közölte a hallgatósággal,

hogy milyen témákban kíván a szakosztály pályázatokat kitűzni.

Végül még kitért dr. *Dobos György* előadásának arra a részére, hogy 300 000 t nyersvasat óhajt gyártani renn-eljárás alapján. Felhívta a figyelmet arra, hogy az előállított vasrögök martinkemencébe csak akkor adagolhatók, ha összetételük arra megfelel. A hallgatóság a körültekintő fejtegetéseket tetszésnyilvánító tapssal fogadta.

Ezután *Éles László* választmányi tag szólalt fel s arról beszélt, hogy jelenleg a mérnökök az üzemekben helyezkednek el s nem is mindig mérnöki képzettséget kívánó munkákban. A legképzettebb mérnökök helye a kutatásban és a fejlesztésben van. Az egyesületnek is oda kell hatnia, hogy amint az az iparilag fejlett országokban van, a mérnökök java a kutatásban és fejlesztésben nyerjen elhelyezést.

A következő felszólaló *Szász József* választmányi tag azt fejtegette, hogy az öntödei szakosztály milyen módon támogatja a fiatalok egyesületi vonatkozású kezdeményezéseit.

Dr. Gagyi Pálffy András, egyesületünk alelnöke arról szólt, hogy örömmel hallotta dr. *Dobos György* előadásából, hogy a ritkafémek kohászata milyen fontos feladatunk. Az a véleménye, hogy ez a bányászatunkat is érintő feladat. Tény, hogy az országunkban előforduló ásványi melléktermékeket, szenet, bauxitot stb.-t nem értékesíthetjük eléggé. Ezután a fiatalok kérdésével foglalkozott. Az egyetemi csoportnak tovább kellene plántálnia a szakma s azon keresztül az egyesület szeretetét, átvenni azt a szerepet, amit korábban Selmecbánya, majd Sopron töltött be. Hagyományainkat korszerűsíteni kell, a jövendő mérnökökkel meg kell szerettetni az egyesületet, meg kell velük ismertetni az egyesület céljait. Végül kifejtette, hogy a külföldi példák mind azt igazolják, ha a tudományos egyesületek munkája erősen függ a központosított irányítástól, akkor a szakmai élet nem eléggé élénk.

Horváth Gyula, a csepeli csoport titkára részletesen ismertette a ma már élénk egyesületi életüket.

Pőcze László az egyesület külföldi összeköttetéseit és a külföldi tanulmányutak rendezését ismertette.

Romwalter Alfréd a Fémkohászati Szakosztály javaslatát adta elő. A szakosztály szeretne egy önálló alumínium szaklapot megjelentetni az egyesület keretében.

Radó Aladár bejelentette, hogy az egy év előtt Pécsett megalakult bányamérési szakcsoport ez év augusztusában rendezte meg az Országos Bányamérési Ankétot, majd a Kőzetmozgatási Konferenciát 60, illetve 190 részvevővel. Javasolta, hogy a központban is szervezzenek egy bányamérési szakcsoportot.

Sáfár László, az Öntödei Szakosztály vezetője kifejtette, hogy az egyesületünk szakmáink fontos fórumává épült. Az alapanyaggyártásunk kissé elhanyagolttá vált s örvendetes, hogy alumínium alapiparunk erősen fejlődik. Majd arról beszélt, hogy az ifjúságnak nevelése milyen fontos tényezője a kohászatunk jövőjének.

Serfőző Iván, a Bányászati Szakosztály titkára méltatta a vidéki nagy rendezvények jelentőségét. Igen fontosnak tartja a határszakmákkal, — bányageológusokkal, geofizikusokkal stb. — való együttműködést. Kitért a hagyományok ápolásának nevelő hatására, annak a szakmunka eredményességére való kisugárzására. Kifejtette, hogy a hagyományok ápolásában milyen jelentősége van annak, hogy egyesületünk részt vesz a Bányászati Akadémia Kohászati, Vegyészeti és Geológiai Tanszékeinek 200 éves fennállása alkalmával a Szlovák Akadémia által rendezendő selmecbányai évfordulón. Meg kell indítani a Bányászati és Kohászati Lapok alapításának 1968-ban bekövetkező 100 éves évfordulóján rendezendő ünnepségek előkészítését, melyhez az OMBKE 75 éves évfordulóját is hozzá kell kapcsolni. Azt javasolta, hogy a nagy konferenciák anyagát kiadványban juttassuk el az érdekelt munkaterületekre.

Török Frigyes kiemelte, hogy örömmel hallotta dr. *Dobos György* előadásából, hogy az alumínium gyártása az utolsó 20 évben meghatszorozódott. Miután színesfém hulladékunk kb. 35%-a begyűjtésből származik, ennek korszerű feldolgozásáról kellene gondoskodni.

Ezután dr. *Dobos György* válaszolt a hozzászólásokra. Kifejtette, hogy az egyesület mindannyiunk fóruma, ő maga az OMBKE-be lépett be. Az egyesületek koordinálását helyesli, de a függetlenséghez ragaszkodnunk kell. Ami az alumínium, a fémkohászat fejlesztését illeti, úgy látja, hogy mi szakemberek egyetértésben vagyunk.

Óvári Antal az egyesületi élet munkájára vonatkozó javaslatokat köszönettel vette tudomásul s kijelentette, hogy fel fogja használni őket.

A jól sikerült választmányi ülést dr. *Ember Kálmán* alelnök a következő szavakkal fejezte be:

„Tisztelt Választmányi Ülés!

Mérlegre tettük egyesületünk ezévi munkáját és egyúttal népgazdaságunkat érintő és szakmánkba vágó igen jelentős fémkohászati problémákat tárgyaltunk, vitattunk meg. Nyugodtan állíthatom, hogy mai tevékenységünk is megfelel célkitűzéseinknek és a tagság várakozásának. Töretlen erővel haladunk tovább a szebb, boldogabb szocialista jövő építésében."

Az elhangzott javaslatokat a választmány elé terjesztette, a javaslatokat a Választmányi ülés elfogadta.

Megköszönte az előadást, a beszámolót, a hozzászólásokat, a hallgatóság figyelmét és az ülést bezárta.

A választmányi ülésen résztvevők a várpalotai Palota szállóban közös ebéden vettek részt. Itt is a vitából azt lehetett kiérezni, hogy a választmányi ülés célkitűzéseiben az egyesület további munkájához iránymutató volt. *Á. F.*

A zónásan olvasztott alumínium megoszlási együtthatói

KUCHAR, LUMIR
Bányászati Főiskola, Ostrava

DK 669.712.1 : 621.384.2

A vizsgálat célja [1]—[3] a nagy tisztaságú alumíniumban levő ötvöző elemek és szennyezők megoszlási együtthatóinak megállapítása volt. Az elméleti megoszlási együtthatók meghatározásához ismerni kell folyékony és szilárd állapotban az elemek kölcsönös oldhatóságát. Ezek az oldhatósági viszonyok az állapotábrákról leolvashatók. A megoszlási együttható meghatározott T hőmérsékleten a szoliduszvonalon levő szennyező koncentráció (C_s) és a likviduszvonalon levő szennyező koncentráció (C_L) hányadosként kiszámítható.

$$k_0 = \frac{C_s}{C_L} \tag{1}$$

Az (1) egyenlet kétalkotós állapotábrában csak az elméleti megoszlási együtthatót írja le. Ebből az egyenletből nyert megoszlási együttható nem megfelelő akkor, amikor az egyes ötvöző elemeknek többalkotós ötvözetben való dúsulási hajlamát akarjuk megvizsgálni. A megoszlási együtthatók könnyebb számolása érdekében, a szolidusz- és likviduszvonalakat egyenesnek tételezzük fel. Ez az egyszerüsítés azonban csak olyan ötvözetekkel lehetséges, amelyeknek a szolidusz- és likviduszvonala csak kevéssé tér el az egyenestől, úgy mint a legtöbb alumíniumötvözeté [4], [5].

A szilárd állapotban korlátlanul oldódó alkotókból álló ötvözetek nagyon kis szennyezőtartalmán szükséges, hogy a megoszlási együttható megállapítása céljából a szolidusz- és a likviduszvonalhoz érintőt húzzunk. Nagyobb szennyezőtartalmon, meghatározott hőmérsékleten a szolidusz- és likviduszvonalhoz tartozó koncentrációt grafikusan integráljuk [6], vagy szokásos méréssel állapítjuk meg.

Az elméleti megoszlási együtthatót termodinamikailag is számíthatjuk.

Az olvadáspontot az ötvözőelem koncentrációja, atomsúlya és olvadás vagy megdermedés során szilárd vagy folyékony állapotban való megoszlási képessége befolyásolja [7]. Az olvadáspontnak ily módon való csökkentését termodinamikailag is számolni tudjuk. *Chipman* [8] a következő egyenletben közölte a vas néhány ötvözőelemének megoszlási együtthatóját.

$$N_2(L) - N_2(S) = \frac{\Delta H}{R \cdot T_m^2} \cdot \Delta T \tag{2}$$

$N_2(L)$ és $N_2(S)$ = az ötvözőelem moltörtje a folyékony, illetőleg szilárd ötvözetben ;
ΔH = olvadáshő (kal/mol),
T_m = az alapfém olvadáspontja (K°),
ΔT = az ötvözőelem koncentrációjától függő olvadáspont csökkenés (K°).

Az ebben az összefüggésben szereplő megoszlási együtthatót *Darken* és *Gurry* [9] szerint a szilárd és folyékony állapotban levő ötvözőelemek moltörtjeiből alkotott hányadossal fejezhetjük ki. Ez a hányados közelítőleg egyenlő az ötvözőelemek súlyszázalékban kifejezett koncentrációnak hányadosával :

$$k_0 = \frac{N_2(S)}{N_2(L)} = \frac{C_2(S)}{C_2(L)} \tag{3}$$

Ha a (2) és (3) egyenleteket egymással összekapcsoljuk, a következő kifejezést kapjuk :

$$N_2(L) = \frac{H}{R \cdot T_m^2} \cdot \frac{T}{(1 - k_0)} \tag{4}$$

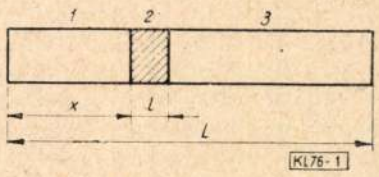
T meghatározása céljából a (4) egyenletet átalakítjuk :

$$\Delta T = \frac{(1 - k_0)\, N_2(L)}{\frac{\Delta H}{R \cdot T_m^2}} \tag{5}$$

A k_0 elméleti megoszlási együttható — amelyeket ilyen mód szerint nyerhetünk — mind az olvadékok irányított megdermedésekor, mind a zónásolvadékok megdermedésekor azonosak.

A tényleges megoszlási együtthatók a két dermedési módra nézve némileg különbözők lesznek, mert számolni kell ezeknek az eljárásoknak a sajátosságaival.

A zónásolvasztást úgy végzik, hogy az L hosszúságú próbadarab egyik végétől a másik vége felé keskeny olvadt zóna l mozog *(1. ábra)*. Azok



1. ábra. A zónaolvasztás vázlata
1 = átolvasztás után dermedt rész, 2 = olvadt zóna, 3 = még meg nem olvadt rész

a szennyezők, amelyek az ötvözet olvadáspontját csökkentik, a zónamozgás irányában, azok pedig, amelyek az olvadáspontot növelik, a zónamozgással ellentétes irányban dúsulnak. A folyamat többszöri megismétlésével a szennyezőtartalom különbségei lényegesen megnőnek, sőt elérhetjük a szennyezők megoszlásának határát. Minél kisebb az olvadt zónának l-nek és a próba hosszának, L-nek a hányadosa a k megoszlási együttható azonos értékén, annál jobb hatásfokú a finomítás.

A zónásolvasztáskor előadódó problémák matematikai és grafikus megoldási lehetőségeit a szerzők egész sora [10]—[15] tanulmányozta. A k tényleges megoszlási együttható számítása az egyes zónásolvasztások után a próbapálca megfelelő helyén mért koncentrációból a Burris,

Stockman és Dillon-féle [16] egyenlettel lehetséges :

$$C_n(x) = \left[\frac{K}{l}\int_0^{x+l} C_{n-1}(x)\,dx - \int_0^{x} C_n(x)\,dx\right] \qquad (6)$$

ahol n = a zónásolvasztások száma,
$Cn\,(x)$ = az n-edik olvasztáskor x helyen mért koncentráció (1. ábra),
k = az x helyen levő tényleges megoszlási együttható,
l = az olvadt zóna hossza.

A (6) egyenlet érvényes az egész átolvasztott rúdra a próbapálca végének kivételével ($x = L—l$). A (6) egyenletből a tényleges megoszlási együtthatót (k) a következőképpen fejezhetjük ki :

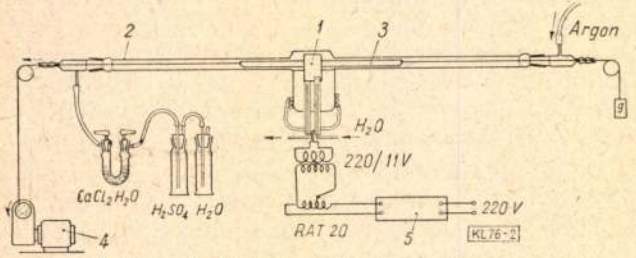
$$k = \frac{C_n(x)\cdot l}{\left[\int_0^{x+l} C_{n-1}(x)\,dx - \int_0^{x} C_n(x)\,dx\right]} \qquad 7)$$

Ha ismerjük a $C_n\,(x)$, $C_{n-1}\,(x)$, $C_{n-2}\,(x)$ stb. függvények alakulását és az olvadt zóna l hosszát, akkor a k tényleges együtthatót minden x helyre, minden meghatározott számú zónásolvasztás után ki tudjuk számítani. A tényleges megoszlási együttható kiszámításához szükségünk van az egész próbapálca minden x helyén levő, valamennyi olvasztás utáni szennyező megoszlás pontos ismeretére. Ezt analitikailag nem tudtuk megállapítani, ezért az izotópos-cseremódszerrel dolgoztunk. Ki kellett dolgozni még egy módszert az olvasztásokat követő aktív szennyező koncentrációkülönbségek mérésére anélkül, hogy a rudat el kellett volna roncsolni.

Az alumínium ötvözésére aktív ezüstöt, Ag_{110}-et használtunk a következő okokból : *Beljajev* és *Firsanova* [17] szerint a AB—000 jelű nagytisztaságú alumínium nyomokban sem tartalmaz ezüstöt. A beötvözött Ag_{110} az összes ezüst, amelylyel a további kísérletek során számolni kell. Az alumínium az ezüsttel eutektikus rendszert alkot, a két fém szilárd állapotban egyáltalában nem oldja egymást. Az elméleti megoszlási együttható tehát 1-nél kisebb lesz és az Ag_{110}-nek a rúd végén kell összegyűlnie.

Az aktív ezüst β és γ sugárzó, felezési ideje kb. 270 nap, ami elegendő a kísérlet elvégzéséhez.

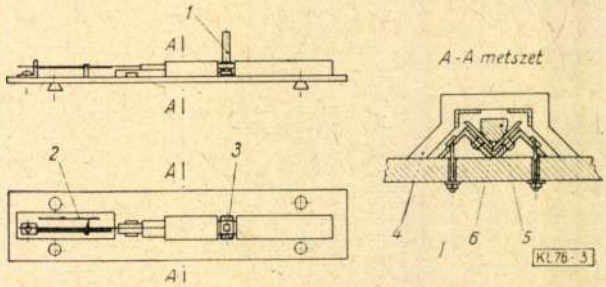
A számított mennyiségű aktív $AgNO_3$ oldatból az ezüstöt erre a célra különlegesen hengerelt és maratott nagy tisztaságú alumínium fóliára csapatjuk le, azután ezzel a fóliával együtt az előkészített alumínium tuskón erre a célra készített lyukba tesszük. Az olvasztást különleges grafittégelyben (Morganitte) végeztük, amelyet samott védőtégelybe foglalva tokos kemencében helyeztünk el. A megolvasztott aktív Al—Ag ötvözetet közvetlenül kis grafitcsónakba öntöttük. Ezt az eljárást előbb egy aktív anyaggal mennyiségileg felülvizsgáltuk.



2. ábra. A zónásolvasztó berendezés vázlata
1 = tantál ellenállásfűtés, 2 = kvarccső, 3 = grafitcsónak alumíniummal, 4 = húzóberendezés, 5 = stabilizátor

A tulajdonképpeni kísérlet céljára Ag_{110}-et $6\cdot10^{-4}$(%-nál kisebb mennyiségben ötvöztünk 99,99%-os alumíniumba.

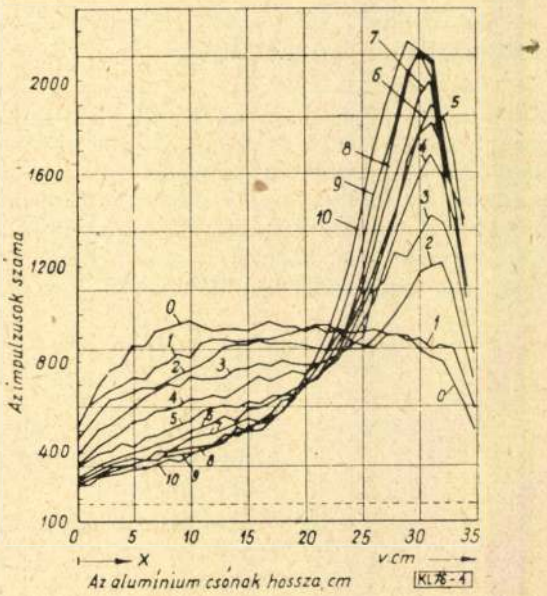
A zónásolvasztást ellenállásfűtésű zónaolvasztó kemencében hajtottuk végre *(2. ábra)*. A húzási sebesség 45 mm/óra, a megolvasztott zóna hosszúsága pedig 30 mm volt. Ezt a zónahosszúságot az egész olvasztás során következetesen megtartottuk.



3. ábra. Az aktív próbák számára kikísérletezett mérőberendezés vázlata
1 = GM-számláló, 2 = mérőlécc, 3 = mérőrés, 4 = ólom védőburkolat, 5 = aktív próbadarab, 6 = csónak

A mérőberendezés vázlatát a *3. ábrán* láthatjuk. A mérést úgy végeztük, hogy az aktív ezüstmintát csónakba tettük, és ólommal lefedett védőtérbe helyeztük. A védőtér meghatározott helyén rés volt a sugárzás mérésére, ahová GM-számlálóval együtt beépítettünk még egy érzékeny számlálócsövet.

Az ezen a helyen levő leszűkített nyíláson keresztül a próbából kilépő sugárzás intenzitása



4. ábra. Az aktív ezüst tényleges eloszlása az alumíniumban 1—9-szeres zónásolvasztás után
Ag_{110} koncentráció az alumíniumban = az impulzusok száma = 1—9

megfelel a beötvözött aktív izotóp relatív koncentrációjának. Hígítási kísérletekkel megállapítottuk, hogy a mért impulzustartományban a bomlási impulzusok és az alumíniumban levő aktív Ag_{110}-tartalom közötti összefüggés állandó.

A *4. ábrán* látható a legjobban az aktív ezüst valódi eloszlása tíz zónásolvasztás után. Ebből a diagramból az látszik, hogy hatásos finomítás a rúdnak csak kb. a kétharmadrészében folyik, míg az utolsó harmadban az ezüstkoncentráció mind nagyobb lesz. Az is látható, hogy számottevő finomodás csak a hetedik átolvasztásig megy végbe. A nyolcadik, kilencedik és tizedik átolvasztás során is van finomodás, de ennek mértéke egyre kisebb. Ebből arra lehet következtetni, hogy a korábbi nagytisztaságú alumíniumon — aktív ezüst használata nélkül — végrehajtott 15—20 zónásolvasztás hatása csak kevéssé haladta meg a nyolc ízbeniét.

Célszerűbb nyolc átolvasztás után a rúd utolsó harmadát levágni, két hasonló és ugyanolyan koncentrációjú próbát összetenni és újra nyolcszor átolvasztani. Így kisebb koncentrációhoz jutunk, mintha az eljárást többször megismételnénk.

Az aktív ezüstnek az alumíniumban való tényleges megoszlási együtthatóját a 4. ábrán látható, kísérleti úton nyert valóságos koncentráció görbéből a (7) egyenlet szerint határoztuk meg. A számítást matematikailag elvégeztük és grafikus integrálással ellenőriztük. Az aktív ezüstnek az alumíniumban való tényleges megoszlási együtthatójára a következő érték adódott:

$$k_{0Ag_{110}} = 0{,}639$$

Ez az érték közel 300 mérés középértéke.

Az alumíniumban levő ezüstnek az elméleti megoszlási együtthatója a megfelelő állapotábrákból a (3) egyenlet szerint $k_{0Ag} = 0{,}6346$-nak adódott.

Az (5) egyenletből ellenőrizni lehet ismert értékekkel az olvadáspontcsökkenésnek (ΔT) és az ötvözőelem koncentrációjának összefüggését. Ilyen módon a legkedvezőbben ellenőrizhetjük az eutektikus vagy peritektikus hőmérsékleteket (ΔT_D), amelyeket az ismert diagramokra már kísérletileg sokszor meghatároztak.

Így ezüstre a következő adatokat találtuk:

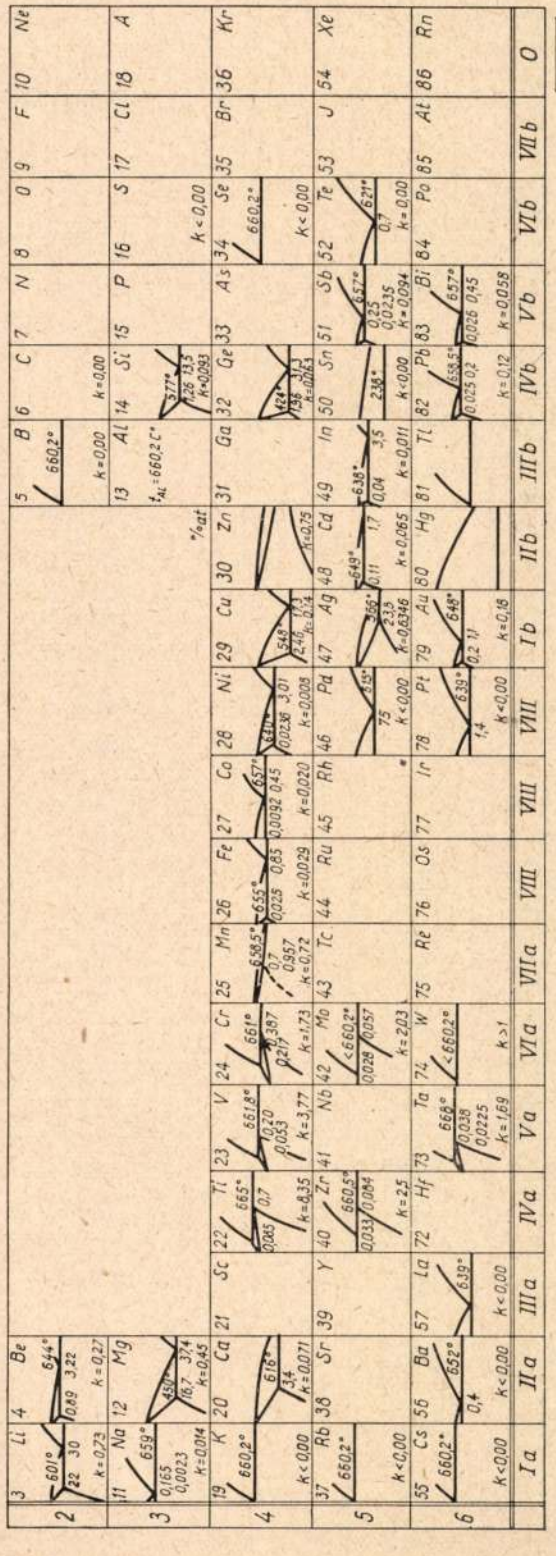
1. ΔT_D 94,2 K° (az Al—Ag állapotábrából),
2. ΔT_{Ag} 94,8 K° (az elméleti megoszlási együtthatóval számolva),
3. $\Delta T_{Ag_{110}}$ 93,6 K° (a tényleges megoszlás, együtthatóval számolva).

A T-k szórása kicsi. Ebből látható, hogy a tényleges megoszlási együttható, k_{Ag} meghatározására szolgáló kísérleti módszer megfelel a vele szemben támasztott követelményeknek. Ez a szemlélet alátámasztja *Montariol* és *Chaudron* [18] eredményeit is, akik az alumínium zónásolvasztását radioaktív vassal (Fe_{59})-cel végezték. Az általuk talált tényleges megoszlási együtthatók:

$k_{Fe_{59}}$ (kolorimetrikus) = 0,13, ill. 0,25,
$k_{Fe_{59}}$ (GM számlálós) = 0,03,
k_{0Fe} (elméleti) = 0,03.

A ΔT-re kapott értékek a következők:

1. ΔT_D 5,2 K° (az Al—Fe állapotábrából).
2. ΔT_{Fe} 5,7 K° (az elméleti megoszlási együtthatóval).


KL76-5
%at
Ia
IIa
IIIa
IVa
Va
VIa
VIIa
VIII
VIII
VIII
Ib
IIb
IIIb
IVb
Vb
VIb
VIIb
O
k=0,00
k=0,27
k=0,014
k=0,071
k=0,45
k<0,00
k=0,00
k=0,12
k=0,058
k=0,00
k=0,18
k<0,00
k=0,065
k=0,011
k=0,075
k=0,094
k<0,00
k=0,093
k=0,0063
k=0,0020
k=0,0029
k=0,0020
k=0,0008
k<0,00
k=0,6346
k=0,0346
k=0,0175
k=1,73
k=3,77
k=0,35
k=25
k=2,03
k>1
k=1,69
k=0,00
k<0,00
k<0,00
660,2°
661°
661,8°
665°
660,6°
660,6°
660,6°
660,6°
660,2°
660,2°
660,2

3. $\Delta T_{Fe_{59}}$ 5,7 K° (a tényleges megoszlási együtthatóval [18]).

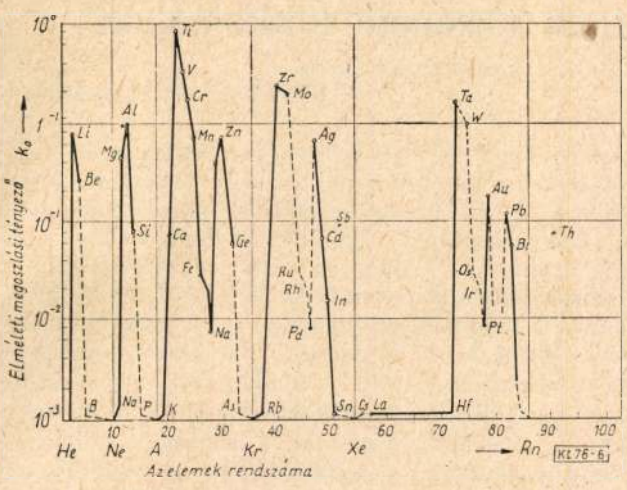
Az alumíniumban levő vasra vonatkozó ΔT-k szórása ugyancsak nagyon kicsi. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy az elméleti ΔT-k meghatározása lehetséges az alumíniumban levő ötvözőelemekre is. A szerző az alumínium ötvözetekre vonatkozó kétalkotós állapotábrák segítségével *(5. ábra)*, az alumíniumban levő más elemekre is hasonlóan kiszámította a k-t és a ΔT-t ellenőrző adatokat.

Az így nyert adatokat az *1. táblázatban* állította össze.

Az alumíniumban levő elemek megoszlási együtthatói *1. táblázat*

Rendszám	Elem	k_0 Szerző	k_0 (21)	Rendszám	Elem	k_0 Szerző	k_0 (21)
3	Li	0,73	—	40	Zr	2,5	2,54
4	Be	0,27	0,10-0,12	41	Nb	> 1,90	1,57
5	B	< 0,00	—	42	Mo	2.03	2,00
6	C	< 0,00	—	46	Pd	—	⩽ 1,00
11	Na	0,0014	0,00014	47	Ag	0,6346	⩽ 1,00
12	Mg	0,45	> 0,50	48	Cd	0,065	0,0667
14	Si	0,093	0,14	49	In	0,011	0,01
16	S	< 0,00	—	50	Sn	< 0,00	0,00025
19	K	< 0,00	—	51	Sb	< 0,094	0,09
20	Ca	0,071	0,08	52	Te	< 0,00	⩽ 1,00
22	Ti	8,35	1,87-1,30	55	Cs	< 0,00	—
23	V	3,77	3,70	56	Ba	< 0,00	⩽ 1,00
24	Cr	1,78	1,57-2,11	57	La	< 0,00	⩽ 1,00
25	Mn	0,72	0,70-0,93	58	Ce	—	< 0,005
26	Fe	0,029	0,03	72	Hf	> 1,00	
27	Co	0,020	0,02	73	Ta	1,69	1,66
28	Ni	0,008	0,009	74	W	> 1,00	—
29	Cu	0,14	0,17	78	Pt	< 0,00	⩽ 1,00
30	Zn	0,75	—	79	Au	0,18	—
32	Ge	0,061	0,13	82	Pb	0,12	0,134
34	Se	0,00	—	83	Si	0,058	0,4450
37	Rb	0,00	—	90	Th	0,08	0,04

Rendszám	Elem	(18) k_0	(19) k_0	Szerző k	(18) k	(19) k	(20) k
12	Mg	—	0,6	—	—	—	—
14	Si	0,11	0,18	—	0,1	0,2 0,3	0,14
25	Mn	0,93	—	—	0.70	—	0,96
26	Fe	0,03	0,025	—	0,03 0,25 0,13	0,055	0,017
29	Cu	0,14	0,18	—	0,04	0,33 0,55	—
30	Zn	0,28	—	—	0,14	—	—
47	Ag	—	—	0,639	—	—	—



6. ábra. Az elméleti megoszlási együttható az elemek rendszámának függvényében (k_0 számértékek az 1. táblázatban vannak)

Az irodalomban eddig kevés adat áll rendelkezésre az elméleti és tényleges megoszlási együtthatókra vonatkozóan. *Montariol* és *Chaudron* [18], továbbá *Berezin* és *Stepaniov* [19] megadták, hogy az elméleti k_0 adatokat az állapotábrákból, a tényleges k adatokat pedig zónásolvasztási eredményekből vették. *Petrov* [2] a tényleges k adatokat alumínium próbákkal határozta meg, amelyeket függőleges irányban olvadékból húzott ki. *Vigdorovič, Kapuchin* és *Cernomordin* [21] munkájukban hasonló elméleti k_0 értékhez jutottak, mint a szerző maga. Minden ilyen k_0 és k értéket az 1. táblázat foglal össze.

A k_0 értékeket a szerző az elemek rendszámának függvényében *(6. ábra)* diagramra vitte fel. A diagram szerint minden olyan periódusban, amelyet a másiktól semleges gáz választ el, bizonyos periodicitás van. Ez a legjobban megfigyelhető az argon-18 és kripton-36 közötti periódusban, ahol a titán-22-től a nikkel-28-ig található elemek k_0 értékei határozottan csökkenő jellegűek. Ezután újabb növekedés következik a cink-30-nál levő maximummal, melyet ismét csökkenés követ a kripton-36-ig. Ugyanezt találhatjuk más periódusokban is, amelyeket egymástól nemes gázok választanak el. Ezt össze is hasonlíthatjuk az állapotábrákkal (5. ábra). A jelenlegi munka gyakorlati eredménye a zónásolvasztási eljárás felülvizsgálása.

A 4. ábrából látható, hogy a nagy tisztaságú alumínium megfelelő hatásfokú finomításához — azaz azoknak az idegen elemeknek az eltávolításához, amelyek elméleti megoszlási együtthatója kisebb, mint az ezüsté — elegendő a nyolcszoros zónásolvasztás a korábbi tizenötszörössel szemben.

IRODALOM

[1] *Kuchar, L.:* Kandidátusi disszertáció BF Ostrava, 6/1960.
[2] *Kuchar, L.:* Hutnické Listy, 17 (1962) 9. sz. 639—648. o.
[3] *Kuchar, L.:* Bergakademie, 14 (1962) 9. sz. 622—631. old.
[4] *Hansen, M.:* Constitution of Binary Aloys. New York, 1958.
[5] *Vol, A. E.:* Sztojenie i szvojsztva dvojnich metallicseszkichszisztem. I. köt. 1959.
[6] *Petrov, D. A.:* Vaproszüy teorii i isszledovanija, IAN SzSzSzR, Moszkva, 1955., 53—91. old.
[7] *Esin, O. A.—Geld, P. V.:* Fizicseszkaja chimija piromet, processzov. Moszkva, 1954.
[8] *Chipmann, J.:* Basic Open Hearth Steelmaking. New York, 1951. Ch. 16.
[9] *Darkan, L. S.—Gurry, R. W.:* Physical chemistry of metals. New York, 1953.
[10] *Pfann, W. G.:* Zone Melting. New York, 1958.
[11] *Petrov, D. A.:* ZFCh, 31 (1947) 12. sz. 1449—1460. old.
[12] *Reiss, H.:* Trans. AIME, 200 (1954) 1053. old.
[13] *Lord, N. W.:* Trans. AIME, 197 (1953) 1531. old.
[14] *Saskov, Ju. M.:* Metallurgija poluprovodnikov. Moszkva, 1960.
[15] *Miliken, K. S. J.:* Metals, 7 (1955) 838. old.
[16] *Burris, L.—Stockmann, C. H.—Dillon, J. G.:* Metals, 7. (1955) 1917—1923. old.
[17] *Beljajev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Odnovalentnüj aluminij v metalurgicseszkih processzach. Moszkva (1959) 98. old.
[18] *Montariol, F.—Chaudron, G.:* Préperation et propriétés nouvelles de l'aluminium de haute pureté, Paris, 1958.
[19] *Berezin, B. A.—Stepanov, Ju. P.:* Experimentalnaja technika i metodü isszledovanija pri vüszokich temperaturach, Moszkva 1959. 489—494. old.
[20] *Petrov, D. A.:* Voproszü metallurgii i fiziki poluprovodnikov, Moszkva 1957. 5—11. old.
[21] *Vigdorovic V. V.—Kapuchin V. V.—Vernomordin:* I. F. IAN SSSR, OTN-Metallurgija i toplivo, (1960) 4. 99—105. old.

Műszaki eseménynaptár

Febr. 7. 45 éve (1919) halt meg *Hegyfoky-Kabos* a magyar meteorológiai kutatás egyik úttörője (szül. 1847).

8. 240 éve (1724) alapították az Országos Tudományos Akadémiát.

8. 130 éve (1834) született *Mendelejev, Dimitrij* orosz vegyész (megh. 1907) a periodikus rendszer megalapítója.

8. 70 éve halt meg *Helmholtz, Hermann* német természettudós (szül. 1821) az energiamegmaradás elvének egyik jelentős kutatója, a szemtükör feltalálója.

14. 95 éve (1869) született *Wilson, Charles Thomson Rees*, Nobel-díjas angol fizikus (megh. 1959) a Wilson-kamra felfedezője, a légköri elektromosság jelen kutatója.

15. 400 éve (1564) született *Galilei, Galileo* olasz csillagász (megh. 1642) a materialista világnézet egyik előfutára.

18. 400 éve (1564) halt meg *Michalengelo, Buonarotti* olasz festő, szobrász, építész (szül. 1475) a reneszánsz nagy alkotója.

20. 120 éve (1844) született *Boltzmann, Ludvig* osztrák fizikus (megh. 1906) a kinetikai gázelmélet feltalálója, a hőtan jeles kutatója.

23. 110 éve (1854) született *Déri Miksa* magyar mérnök (megh. 1938) a hazai elektronika egyik jelentős továbbfejlesztője, aki *Zipernovszky Károllyal* (1853—1942) és *Bláthy* N *Ottó Titusszal* (1860—1939) közösen feltalálta a transzformátort.

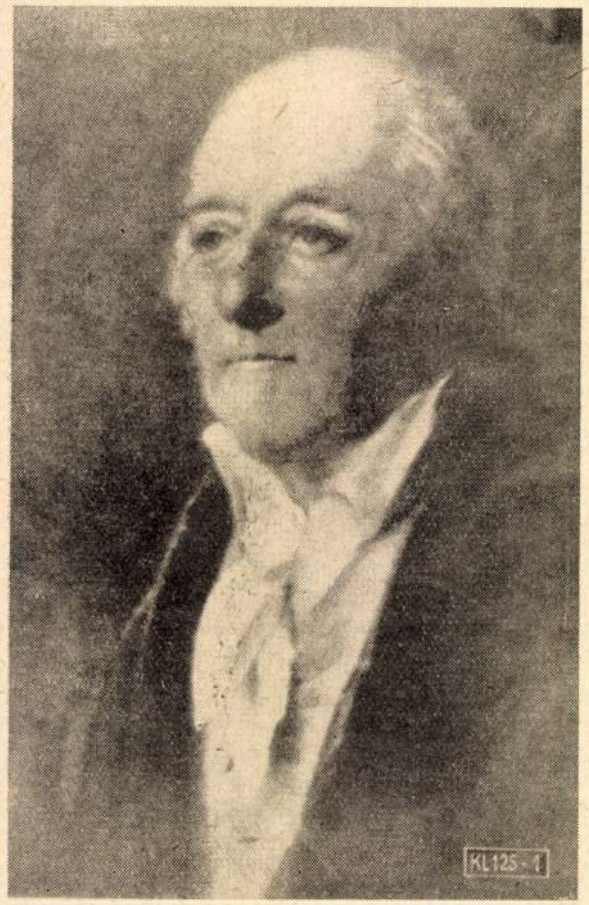
Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII., Múzeum u. 17.). Tájékoztatást ad: *Pap János*. Tel.: 336-309.

A kémiai tudományok oktatásának története főiskolánkon*

Dr. BOGNÁR JÁNOS egyetemi tanár, a Kémiai Tanszék vezetője

DK 54 378.962 Selmecbánya

A kémia, mint az anyagi átalakulások tudománya, a gyakorlatból nőtt ki. A társadalmi-gazdasági igények kielégítése lényegében egy szüntelenül folyó anyagcsere-forgalom a társadalom és a természet között, melyben az ember a természetszolgáltatta nyersanyagokat céljainak megfelelően átalakítja. Mindig is a kohászat és a bányászat volt az a munkaterület, mely hivatva volt a fejlődő iparosodás igényeit kielégíteni. A szakszerű bányászat és kohászat — a fémek



Jacquin Miklós József

előállítása és alkalmas ércek keresése, vizsgálata — már kezdettől fogva kémiai ismeretekre voltak utalva. Ha számba vesszük, hogy a kohászathoz számos kémiai iparág csatlakozott (a kerámiai ipar, a kohászati melléktermékeket feldolgozó iparágak, az üvegipar stb.), érthető, hogy ez volt hazánkban is a kémiai tudományok bölcsője.

Bár a Habsburgok gazdasági politikája a XVIII. században hazánknak az osztrák ipar nyersanyagszolgáltató bázisa szerepét juttatta, mégis az országban — az évszázados harcok és török megszállás után bekövetkező békés időszak alatt — jelentős ipari fellendülés indult meg. Az iparban és a bányászatban szükségessé vált átszervezés keretében nálunk már 1735-ben életre hívtak Selmecbányán egy felsőbb oktató intézetet, a Bányatisztképző Iskolát. A hallgatók — az expektánsok — kiképzési irányai a kétéves tanulmányi időben a matematika név alatt összefoglalt elméleti tárgyak (matematika, mechanika, hidraulika, geodézia) a bányászat, kémlészet, pénzverés és a bányajog voltak. A fémkémlészeti gyakorlatok keretében találkozunk először a rendszeres kémiai oktatás nyomaival, s amikor a kohászat alaptudománya, a kémia rohamos fejlődésnek indult, a bányászati és kohászati oktatás átszervezésére volt szükség, melynek első lépéseként *Mária Terézia* 1763-ban Selmecen egy Ásványtan-, Kémia- Kohászati Tanszéket alapított. Ennek megszervezésére és vezetésére a holland származású *Jacquin Miklós* kapott megbízást. Erre a tanszékre vezetheti vissza múltját a mai kémiai tanszék.

Bevezetésül szabad legyen talán a rövid előadást az iskolánk kémiai oktatásának egész vázlatos, személyi vonatkozásokat kidomborító ismertetésével kezdenem.

Az 1770-től 1838-ig Bányászati Akadémia, majd 1838—1904 között Bányászati és Erdészeti Akadémia elnevezésű akadémiai rangra emelt felsőoktatási intézmény keretében a tanszék az említett címmel működött 1840-ig. Ezen idő alatt a tanszéket *Jacquin Miklós* (1763—1769), *Scopoli János* (1769—1779), *Rupprecht Antal* (1779—1791), *Patzier Mihály* (1791—1811), *Höring Mihály* (1811—1820) és *Wehrle Alajos* (1820—1835) vezették.

1840-ben a tanszék átszervezés folytán a Kémiai és Kohászati Tanszék elnevezést kapta és ezen a néven működött 1866-ig. 1835—1846-ig a tanszékvezetői állás betöltetlen volt. Helyettesként 1835—37-ig *Ertl József*, 1837—46-ig *Bachmann József* kapott megbízást; utóbbit 1846-ban nevezték ki rendes tanárnak s 1851-ig vezette a tanszéket. 1851—1857-ig *Hauch Antal* (helyettesként), 1857—66-ig *Curter Ignác* irányították a tanszéket.

1866-ban újabb átszervezés következett, a kohászati tanszék külön vált a kémiai tanszéktől; utóbbi 1872-ig a Vegytan és Természettan elnevezéssel, majd 1904-ig Általános és Elemző Vegytan elnevezéssel működött.

Curter után (aki az új létesítésű Kohászati és Kémlészeti Tanszék vezetője lett) 1866-ban *Richter Róbert* lett a Kémiai Tanszék professzora, akit 1870-ben *Schenek István*, majd 1896—1916-ig *Schelle Róbert* követett.

1904-ben a Bányászati és Erdészeti Akadémiát Bányászati és Erdészeti Főiskolává szervezték át, ugyanakkor a kémiai tanszék a Bányavegytan elnevezést kapta. A tanszéket 1916—1927-ig *Tomasovszky Lajos* vezette. Működése alatt az első világháború végén (1918) a Főiskola Selmecbányá-

* Előadásként elhangzott a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen az „Ásványtan, Kémia, Kohászat" tanszék alapításának 200 éves évfordulója alkalmával 1963. év szeptember havában.

ról Sopronba költözött át, továbbá 1923-ban a tanszék két részre oszlott: Bányavegytan I., illetve II., melyek 1924-ben az Általános Kémiai Tanszék, illetve Elemző és Fizikai-kémiai Tanszék elnevezést kapták. Az Általános Kémiai Tanszéket továbbra is *Tomasovszky Lajos* vezette, míg az Elemző és Fizikai-kémiai Tanszékre *Proszt Jánost* nevezték ki. 1928-ban *Tomasovszky Lajos* nyugdíjazása után az Általános Kémiai Tanszék vezetését *Proszt János* vette át, míg az Elemző Kémiai Tanszék irányítására *Romwalter Alfréd* kapott megbízást.

1934-ben a soproni felsőoktatási intézmény a Bp.-i József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karává lett. Amikor 1948-ban *Proszt Jánost* a Bp.-i Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karára nevezték ki, az Általános Kémiai Tanszék vezetését *Romwalter Alfréd* vette át; az Elemző Kémiai Tanszék 1952-ben *Mika József* kinevezésével Miskolcra költözött. A Sopronban maradt kémiai tanszék-részleg a Kohómérnöki Kar kötelékéből az Erdőmérnöki Kar kötelékébe került.

Az iskola első tanára tehát *Jacquin*, ez a világot bejárt sokoldalú markáns tudósegyéniség orvosbotanikus volt, aki mint ilyen Selmecen, a gyakorlati bányászat és a kémia tanára lett. Rövid időn belül olyan hírnévre tett szert, hogy neves kortársai, köztük *Lavoisier*, elismerik kiváló érdemeit és gyakran hivatkoznak rá. Nézzük őt most mint kémikust. Laboratóriuma Selmecen a Krcsméry-féle házban kapott hajlékot. Először is előadásait szervezte meg, *Gellert* szászországi bányaorvos, Anfangsgründe der Metallurgischen Chemie c. könyve alapján. Kísérletekkel illusztrált előadásaiból sugárzik a saját tapasztalataiból merített eredetiség, szuggesztív erő. Tapasztalatait kutató munkájából gyűjtötte. A mészégetéssel foglalkozó híres kísérletei olyan átgondoltak, precizek, hogy következtetései ma is helytállók és kiváltják *Lavoisier* csodálatát is. Felismeri a $CaCO_3 = CaO + CO_2$ folyamat reverzibilitását. Nagy eredmények ezek! Ne felejtsük el, akkor még a flogiszton korszakban vagyunk; burjánzik a a spekulatív áltudományoskodás. A divatos elmélet szerint pl. a mészkő azért égető hatású, mert hevítéskor a tűzből egy bizonyos anyagot („acidum pingue") vesz fel. *Jacquin* a desztillációs kísérleteknek is valóságos művésze volt. Kísérletezéseiben a mérlegelésnek — melynek rendszeres használatát általában *Lavoisier* nevéhez fűzik — már fontos szerepe volt. Valószínűleg ő állított először elő káliumhidrokarbonátot, pontosan írja le a marókáli, szalmiákszesz és több más vegyület készítését és tulajdonságait. Kideríttette a meszes víz viselkedését. *Jacquin* nagyságát természetesen csak akkor értékelhetjük igazán, ha nemcsak a 6 éves selmeci működését, hanem 90 évre nyúló életének sokoldalú munkásságát egészében tekintjük át. Mindenesetre legfőbb érdeme az, hogy hazánkban ő honosította meg a kémiai tanításban és kutatásban az előítéletektől mentes kísérletező módszert.

Utódai az általa kijelölt úton haladtak. *Jacquint* az ugyancsak sokoldalú *Scopoli* követte. Az olasz származású bányaorvosból bányásztanár, később a páviai egyetem kémia és botanika tanára lett és egyik könyvének címlapján mint filozófia doktor is szerepel. Rendkívül gazdag életmunkássága bámulatba ejt. A kémiai laboratórium *Scopoli* kinevezése után 1770-ben az e célra sokkal alkalmasabb Belházy-féle házba került, ahol több mint 100 évig maradt. Bár sok kísérletet végzett laboratóriumában, értekezésében sok érdekes kémiai megfigyelés van összegyűjtve, mégis kémiai vonatkozásban hiányzik belőle *Jaquin* intuitiv alkotókészsége. A régi iskola híve, meggyőződéses flogista.

Kémiai szempontból annál haladóbb szellemű férfi került a Kémiai Metallurgiai Tanszékre *Scopoli* után a már selmeci végzettségű *Ruprecht Antal* személyében.

Ruprecht kohászati kémiai kísérletei (földek fémesítése, a *Born Ignác* által felfedezett amalgámozó eljárás fejlesztése) őt mint szenvedélyes kísérletezőt állítják elénk. Kemencéjében 1600 C°-ot tudott elérni! Nagyon fontosnak tartotta a kísérletek szerepét, s biztosra vehetjük, hogy igen színvonalas, haladó szellemű kémiai előadásokat tartott. *Ruprecht* volt különben az első, aki a kémiai folyamatok szemléltetésekor a régi alkimista vegyjeleket teljesen száműzte.

A tellur felfedezése is tulajdonképpen indirekt következménye volt *Ruprecht* munkásságának, aki vitába keveredett *Müller Ferenccel*, *Jacquin* volt tanítványával, az erdélyi bányák igazgatójával. Egy erdélyi ezüstércből, a nagyágitból, mely jelentős mennyiségű aranyat tartalmazott, az arany ismeretlen okokból csak veszteséggel volt kitermelhető. *Ruprecht* vizsgálatai alapján 1782-ben az ércet antimon-tartalmúnak vélte, Müller ezzel szemben nem antimont, hanem bizmutot gyanított az ércben. Miután *Ruprecht* már hajlott arra, hogy véleményét *Müllerével* azonosítsa, *Müller* újabb vizsgálatok alapján megállapította, hogy az érc sem antimont, sem bizmutot nem tartalmaz, hanem valószínűleg egy új elemet, mely a félfémekhez tartozik, s amelyet metallum problematicumnak nevezett el. A fémet elő is állította és fajsúlyát 6,343-nak találta. Tőle függetlenül *Kitaibel Pál* pesti botanikus professzor is megállapította az új fém jelenlétét a börzsönyi ezüstércben. Később *Klaproth* a *Müllertől* kapott ércmintát megvizsgálva, biztosan kimutatta az új elem jelenlétét, melyet tellurnak nevezett el *Klaproth* amidőn eredményeit a saját neve alatt 1798-ban a porosz Tudományos Akadémia elé terjesztette, *Müllerről* csak mellékesen emlékezett meg, *Kitaibel* nevét pedig meg sem említette dolgozatában, noha utóbbinak nem publikált eredményeibe előzetesen ugyancsak betekintése volt. *Klaproth* magatartását később nyilvánosságra került jogos kritikák érték. A Gmelins Handbuch, mely a vitás kérdéssel bővebben foglalkozik, *Klaprothot* tisztázni igyekszik, de végül is ezt írja: „*Kitaibel* und *Klaproth* sind sich im übrigen darüber einig, dass als eigentlicher Entdecker des Tellurs *Müller* anzusehen ist."[1]

[1] *Kitaibel* és *Klaproth* egyébként abban a felfogásban egységesek, hogy a tellur felfedezőjének valójában Müllert kell tekinteni.

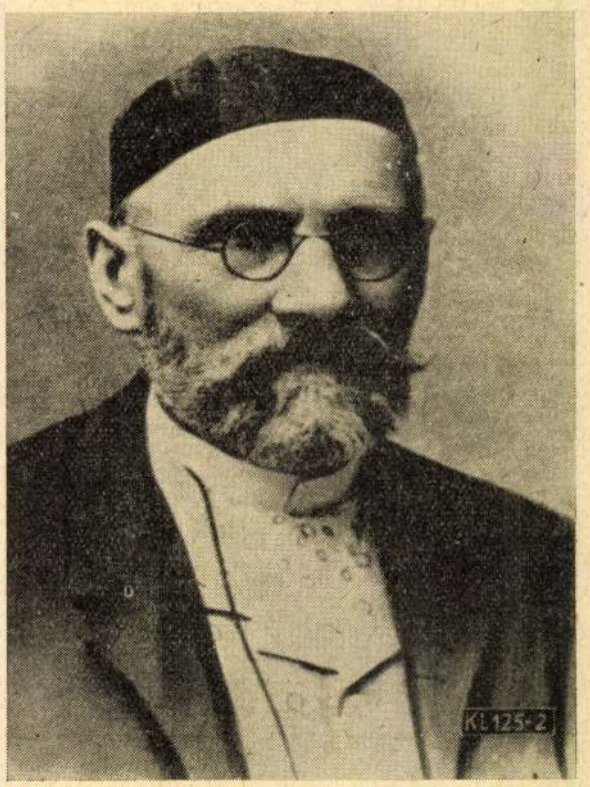
És mint érdekességet említem meg, hogy — úgy látszik — Selmecnek a *szelén* felfedezéséhez is köze van. *Nárai-Szabó* Szervetlen Kémia könyvében a következőket olvashatjuk: „Jacquin selmecbányai kémiaprofesszor a XVIII. század végén észrevette, hogyha bizonyos eredetű kénsavat használ sósav fejlesztésére, akkor a folyamat végén a szedőben vörös por vált le, mely vízben, savakban és alkoholban nem oldódott, kék lánggal égett, retekszagot terjesztve. A rendelkezésre álló csekély anyag további vizsgálatokra nem volt elegendő". Ha így van, nem kétséges, elsőnek *Jacquin* tanulmányozta a szelént. Mint ismeretes, hivatalosan a szelén felfedezőjeként *Berseliust* (1918) tartják nyilván.

S ha már az elemek felfedezésénél tartunk, hadd említsük meg, hogy *Fausto d'Elhujár* testvérek, a wolfrám felfedezői és *Manuel del Rio*, a vanádium felfedezője a selmeci akadémia vendéghallgatói voltak.

Amikor *Ruprechtet* utóda *Patzier* követte, aki négykötetes tankönyvének bevezető részében a kémiai oktatással kapcsolatban még elődeinél is magasabb színvonalat mutat be, a Selmeci Akadémia már európai hírre tett szert. Sikereit és hírnevét elsősorban annak köszönhette, hogy szakított az akkori okkultista tudomány divatos módszereivel, s a spekulatív módszerekkel szemben tapasztalati, induktív-következtetésű, a mai értelemben egzakt tudományos módszert vezetett be. Selmecen különben már 1758-ban jelent meg az a rendelet, mely a Bányatisztképző Iskola gyakornokainak kötelezővé tette a kémia gyakorlati tanulását. Jellemző a kémiai oktatásban úttörővé vált intézet hírnevére, hogy amidőn a francia Nemzeti Konvent 1794-ben egy új technikai főiskola felállítását (a későbbi Ecol Polytechnique) határozta el, mint példát a selmeci tanítási módszert vette alapul. *Fourcroy* a híres kémikus javaslatában olvashatjuk: „A magyarországi Selmecbánya bányászati iskolája szembetűnő példája annak, milyen hasznos, ha a hallgatókkal gyakoroltatjuk és kiviteleztetjük a hasznos tudományok alapjaiul szolgáló műveleteket. Ott (Selmecen) nyitva állnak a laboratóriumok és fel vannak szerelve mindazon készülékekkel és anyagokkal, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a hallgatók a kísérleteket maguk is megismételjék és saját szemükkel lássák az anyagi testek egyesülésekor végbemenő jelenségeket."

Tudományunk történelmében gyakran *Liebig Justust*, emlegetik, mint a kémiai laboratóriumi oktatás megalapítóját, aki azt Giessenben 1825-ben vezette be. *Liebig* azonban, mint azt *Hoffman* nekrológjából tudjuk, egy esztendőt Párizsban *Gay Lussac* mellett töltött éppen az Ecole Polytechniqueben, s a laboratóriumi oktatás bevezetésének gondolatát innen merítette. Hivatkozni szoktak *Stromayerre* is, aki 1806-ban Göttingenben vezette be a gyakorlati kiképzést. Azonban *Stromayer* is előtte az Ecol Polytechniquen tanult. Emlegetik gyakran *Lavoisiert* is, mint a tudományos kémiai kísérletezés előfutárát. De maga *Lavoisier* az, aki „Opuscules Physiches et Chemiches" c. munkájában éppen *Jacquinre*, mint az új tudomány előfutárának érdemeire hivatkozik. Semmi kétség tehát, hogy a Selmeci Akadémia a kémiai tudományok, az egzakt kémiai kísérletezés, a kémiai laboroktatás bölcsője volt.

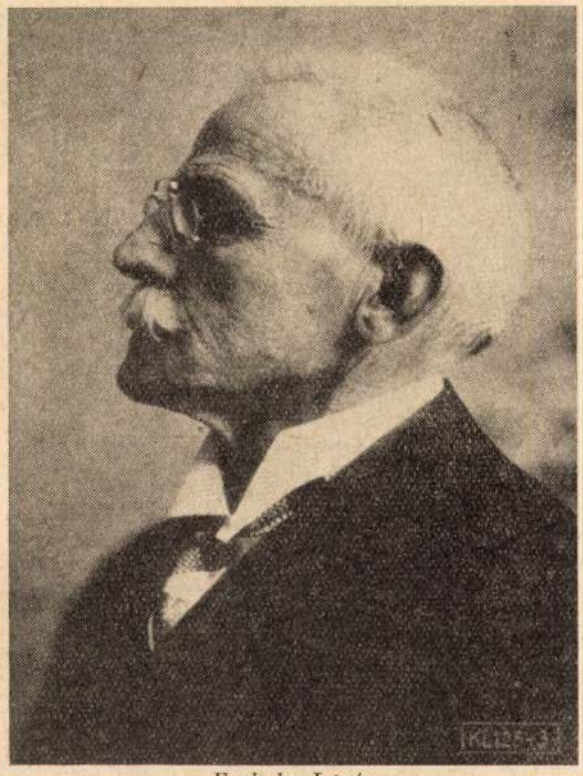
A kémiai oktatás, különösen a Főiskola kezdeti korszakában, tartalmában és értékében összeforrott, szinte egyet jelentett tudós professzorai személyiségével. Ilyen rövid előadás keretében természetesen lehetetlen sorra venni érdemeiket. De voltak közöttük kivételes tudósegyéniségek is.



Schenek István

Ilyen volt a szerény természetű, nagytudású *Schenek István* is, aki Bécsben végzett gyógyszerészetet és felsőbb kémiai tanfolyamot és ugyanott vegyész-doktori oklevelet szerzett. A kiváló tudós a századvégi akadémiai munkásságában mutatta meg zseniális feltalálói hajlamát. Már selmeci munkássága elején a világítógáz hiányának pótlására egy szénhidrogén gázfejlesztő berendezést talált fel, amiért 1873-ban a bécsi világkiállításon kitüntetésben részesült. E készülékkel nemcsak az Akadémia laboratóriumait sikerült ellátni a nélkülözhetetlen világító gázzal, de több helyen, bel- és külföldön is ilyen gázgenerátor nyert alkalmazást. Midőn *Farbaky István* a matematika és mechanikai tanszéket 1872-ben az újonnan szervezett gépészeti tanszékkel cserélte fel, felmerült a probléma, hogy a munkagépek hajtására kiválasztott Langen Ottó-féle gázgépet — Selmecbányán nem lévén kőszéngáz — milyen gázzal tartsák üzemben? *Schenek* és *Farbaky* olyan gépezetet szerkesztettek, mely motor táplálásához szükséges gázkeveréket állított elő.

Legnagyobb horderejű találmányuk azonban az akkumulátorhoz fűződik. 1883-ban, midőn az



Farbaky István

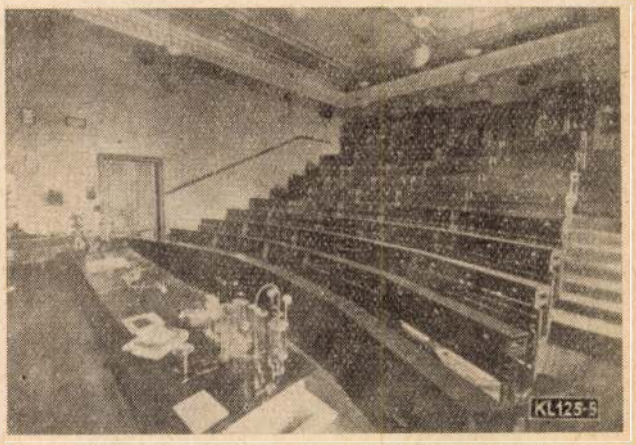
akadémiai helyiségek kibővítése a megoldás állapotába lépett, együtt foglalkoztak a létesülendő helyiségek világításának problémájával. Az akkoriban ismert akkumulátorok, melyek *Plantétől* és *Faure*-tól származtak, kezdetlegesek voltak, áramfelvevő képességük, tartósságuk kicsi, gyakorlati célokra aligha voltak használhatók. *Schenek* a *Plante* és *Faure* akkumulátor működését tanulmányozva, megállapította, hogy a hasznos felületet kell növelni. E célból a tömör ólomlemezek helyett öntött és rácsozott keretet kezdett használni, a hatóanyagot ezekbe tömte bele. Az így előállított nagy kapacitású akkumulátorok a gyakorlatban kitűnően beváltak, olyannyira, hogy 1885-ben Bécsben a külföldi (francia, angol, osztrák stb.) szakembereket bámulatba ejtette az új akkumulátorok használhatósága. Bécs sok épületén a Schenek-Farbaky rendszer szerint be is vezették a villanyvilágítást. Schenek-Farbaky-féle akkumulátorral világították a császári Burgot, az operaházat és az udvari színházat is. A találmány szabadalmat nyert Európa összes államaiban, valamint az Észak-amerikai Egyesült Államokban is. Az elektromos akkumulátorokról írt közös munkájukat (1885) a magyar Tudományos Akadémia Marczybányi-díjjal jutalmazta. Jogosan mondhatjuk tehát *Schenek István* volt a gyakorlatban használható akkumulátor feltalálója. Megemlíthetjük még, *Schenek* volt az, aki a Selmecbányai Főiskolán a benzin és a gazolin motorikus célokra való felhasználásának gondolatát felvetette.

A századforduló különben jelentős változásokat tartogat a Bányászati Akadémia számára. Az akadémia új korszerű otthont kap. 1890-ben megépül az Erdészeti Épület, s közös parcellán 1900-ban a Bányászati Épület, majd 1912-ben a Kémiai Laboratórium. Utóbbiban a bányászati kémiai és az erdészeti kémiai laboratóriumok kaptak elhelyezést. Tervezésüket *Schelle Róbert* és *Bencze Gergely* (professzorok) már 1890-ben elkezdték. Lehetetlen nem az elragadtatás hangján szólni erről az épületről, berendezéséről, amikor *Schelle* és *Bencze* gazdagon illusztrált közleményéből ezzel a létesítménnyel megismerkedünk. A kémiai oktatást szolgáló új épület szép architektúrája a tudomány és az oktatás méltóságát sugározza, minden részletében a legcélszerűbben megtervezett berendezésének és tökéletes felszerelésének, gondos kivitelezésének szemlélgetése a mai szakembernek is örömet okoz. Csak példaképpen említjük, hogy előadójának előadóasztala gázfejlesztővel, vetítőgéppel, globoszkóppal és kinematográffal volt felszerelve. Jellemző a berendezés gazdagságára, hogy még radioaktivitás mérésére szolgáló laboratórium is rendelkezésre állt. Nem kételkedhetünk, hogy a századfordulón Európában aligha akadt korszerűbben felszerelt laboratórium, mint ez a selmeci.

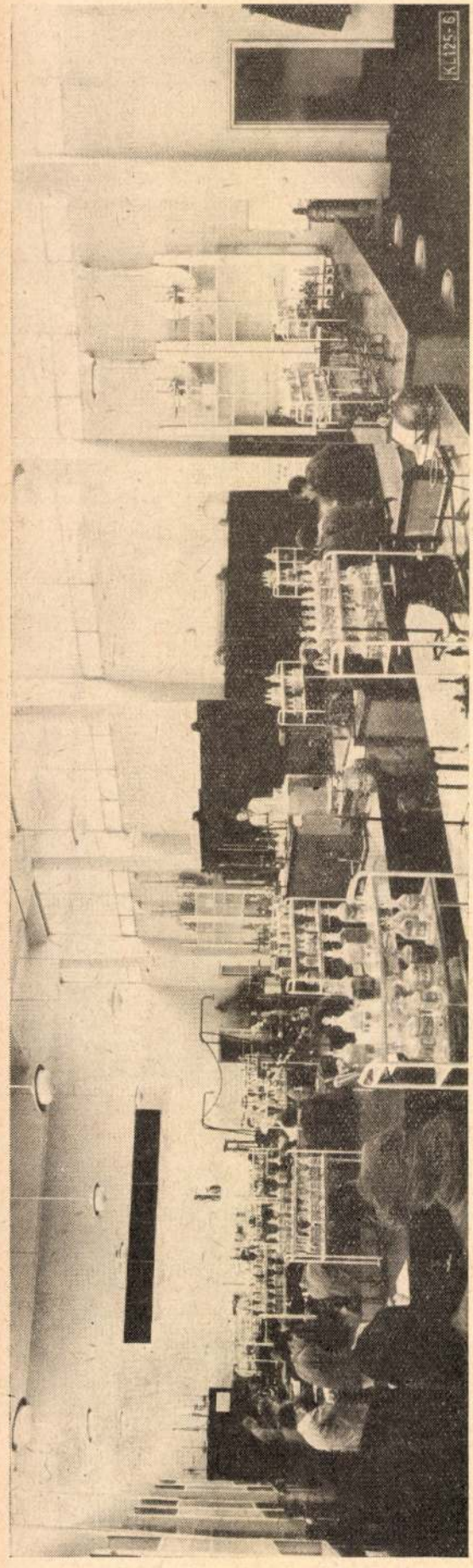
Az is világos, hogy egy ilyen korszerűen, jól felszerelt laboratóriumban a hallgatók kiképzése egészen magas színvonalon folyt. Erről meggyőző, konkrét fogalmat kaphatunk, ha a Bányavegytani Tanszék elméleti és gyakorlati programját az akkor előadott tárgyakból — az általános kísérleti kémiából, kémiai analízisből, kémiai technológiából, elektrokémiából — *Schelle* és *Bencze* munkája nyomán részleteiben is tanulmányozzuk.



A selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola Kémiai Intézete



A selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola Kémiai Intézetének előadó teremből részlet



A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kémiai Tanszék hallgatói nagylaboratóriumainak egyike

Az első világháború után Sopronban folytatódik a főiskola oktató, nevelő és tudományos munkája, töretlenül az előadók nyomán, számunkra már olyan közelségben, hogy a legújabb generáció közvetlen szemtanúja és méltatója lehet professzorainak a kémiai, illetve kohászati tudományok terén végzett értékes munkásságának. *Tomasovszky, Romwalter* emléke, *Proszt* és *Mika* eleven munkássága, értékes eredményeik méltók a nagy hírű főiskola hagyományaihoz.

Röviden emlékezzünk meg az erdészeti kémiai oktatás fejlődéséről is. Az erdész szakon a kémia oktatás a XIX. század 40-es éveinek elején vette kezdetét. Az erdészek ettől kezdve 1886-ig a kémiai előadásokat a bányászokkal és a kohászokkal együtt hallgatták. Miután kitűnt, hogy az erdész hallgatóknak sok olyan kémiai ismeretre van szükségük, melyek a bányászok számára kevesbé fontosak, az erdészeti kémiai oktatás különvált. 1890-ben az újonnan létesített erdészeti épületben, 1912-ben pedig a fent említett új kémiai laboratóriumban folyt a kémiai oktatás. Az erdészeti kémiai tanszék professzorai : 1922-ig *Bencze Gergely*, 1943-ig *Vági István* és 1949-ig *Botvay Károly* voltak.

És most szóljunk a kémiai oktatás helyzetéről a bányász- és kohászképzés immár harmadik otthonában, az 1949-ben létesített Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, ahol két új kémiai tanszék létesült ; az elsőt, az Általános Kémiai Tanszéket 1949-ben *Szarvas Pál* állította fel, a másodikat, az Analitikai Kémiai Tanszéket 1950-ben *Bognár János* alapította. Mivel az új egyetemen az erdőmérnökképzés helyett a gépészmérnökképzés kapott helyet, a továbbiakban a kémiai tanszékeknek alaptárgyi szinten a gépészeti kémiai képzés is feladatukká vált. Új szocialista egyetemünk hatalmas méretei nemcsak külsőségeiben nyilvánultak meg, de a belső építés, szervezés feladatai is óriásiak voltak. Az induló nagy létszámok pedagógiai, módszertani feladatokban is szokatlan feladatok elé állították a tanszékeket. Az indítás sikeres elvégzéséhez a párt, a kormányzati szervek, az egyetem vezetősége és a tanári kar nagy összefogására, áldozatos munkájukra volt szükség. Amikor 1952-ben Sopronból átköltözve *Mika József* vezetése alatt a harmadik kémiai tanszék is elkezdte működését, a három kémiai tanszék már az új otthonában folytathatta munkáját. A kohómérnöki Kar kebelében az I., II. és III. sz. kémiai tanszék elnevezéssel működő tanszékek 1956-ban sorrendben az Általános Kémia, Alkalmazott Kémia és Kohászati Kémia elnevezést kapták. 1952-ben a Debrecenbe került *Szarvas Pál* utóda 1954-től 1959-ig *Horváth Aurél* lett. (A közbeeső két évben a tanszék vezető nélkül, illetve *Pattantyús Á. Imre* dékán felügyelete alatt működött.)

Az előadottak szerint 200 éves iskolánk kémiai oktatásának fejlődését végig követni egyet jelent a kémia fejlődésének áttekintésével. A flogiszton korszaktól napjainkig óriási fejlődést mutat az anyag tudománya! S mégis, ha iskolánk fejlődésének bármelyik szakaszában is vizsgáljuk a kémiai

oktatás mindig nagy gonddal összeállított elméleti és gyakorlati programját, azok szinte ma is elevenen hatnak. Ez azonban egy olyan tárgyra, mely a gyakorlattal szorosan összeforrt, illetve a szaktárgyak igényeit szervesen szolgálja, természetes is. A szüntelen fejlődés a kémiát, mint a bányászati és kohászati tudományok alaptárgyát, nem is annyira diagonálisan, mint mélységében érleli. A fejlődés magával hozta körülmények nem egyszer tették szükségessé a kémiai képzés átszervezését. Így vált ez szükségessé napjainkban is, amikor a közoktatásunk általános reformja keretében a kiképzés átmeneti körülményei miatt széteső kémiai tárgyakat a legkorszerűbb szinten sikerül egységesíteni. Ilyen szempontból szerencsés körülménynek lehetett tekinteni a három kémiai tanszék 1959-ben végrehajtott egyesítését, amikor is a vezetés egy kézbe került *Bognár János* személyében. Ma elmondhatjuk, hogy a kémia tárgy oktatása a kohász-, bányász-, gépészmérnöképzés keretében Miskolcon, műszerekkel igen jól felszerelt laboratóriumokban, korszerű szinten nemcsak a szakmai igényeket elégíti ki, de megfelel ifjúságunk materialista, természettudományokon alapuló világnézetének kialakítása érdekében folytatott korszerű nevelőmunka követelményeinek is. Új egyetemünk kémiai tanszékeiről eddig is kikerült mintegy száz publikáció azt bizonyítja, hogy az oktatószemélyzet jól kihasználja a kutatómunka lehetőségeit is. A kutatómunkában, mint annak nélkülözhetetlen kelléke, nem kis szerepet játszik a Selmecről ideszármazott s ma már 8000 kötetet számláló kémiai könyvtár, melynek folyóiratállománya országos viszonylatban is igen becses érték.

Egy éppen a folyó évben megjelent kormányhatározat célszerűségi okokból a Kémiai Tanszéket újra ketté osztotta: Általános és Fizikai-Kémiai Tanszékre (azonos a korábbi I. sz. Kémiával; tszv. *Berecz Endre)* és a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékre (a volt II. és III. tanszék: *Bognár János*).

Felszabadulásunk után természeti adottságai révén Borsod népgazdaságunk vegyipari bázisává fejlődött. Vegyészeti üzemeink mérnökszükségletének kielégítésére kormányzatunk egyetemünkön 1962-ben vegyiparigépész-szak megindítását rendelte el, mely külön szaktanszékkel rendelkezik ugyan, de a szak kémiai vonatkozású képzése a kémiai tanszékek feladata lesz.

Nemes hagyományaink haladószellemű ápolása kötelességünk. Generációk generációknak adják át tapasztalataikat, eredményeink csak szerény téglakövek a fejlődésben és elképzelhetetlenek az elődök tehetsége, szorgalma, áldozatos munkája nélkül. Minél jobban halad az idő, szellemük, példájuk annál szuggesztívebben hat. A 200 éves jubileum alkalmával — mint ahogy egykoron az udvar nagyságai a Krcsméri-féle laboratóriumban a vendégek illedelmével, feszült érdeklődéssel figyelték *Jacquin* mesteri előadását — képzeletben mi is látogatást teszünk az iskola ősi falai között, s kegyelettel áldozunk nagynevű elődeink nem évülő emlékének.

IRODALOM

[1] *Proszt J.:* A Selmeci Bányászati Akadémia mint a kémiai tudományos kutatás bölcsője hazánkban, 1938.
[2] *Mihalovits J.:* A selmeci Bányászati Akadémia alapítása és fejlődése 1846-ig.
[3] *Gedenkbuch z.* hundertjährigen Gründung d. Berg- u. Forst-Akademie. Schemnitz, 1871.
[4] *Pauer J.:* A selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia története, Selmecbánya 1896.
[5] A selmecbányai m. kir. Bányászati és Erdészeti Főiskola programja, Selmecbánya 1904; u.a. 1917.
[6] *Schelle R.* és *Bencze G.:* A selmecbányai m. kir. Bányászati és Erdészeti Főiskola Chemiai Intézete, Bányászati és Kohászati Lapok 20. sz. (1916).
[7] *Patzier, M. I.:* Anleitung z. metallurgischen Chemie, 1805.
[8] Gmelins Handbuch d. anorg. Ch. 11. köt. 1. old.
[9] *Vajda Pál R.:* Magyar feltalálók, Bp. 1943.
[10] A kémiai gyakorlati oktatás 200 éves évfordulója, Kohászati Lapok 1/1959/42.
[11] *Szabadváry F.:* Periodica Polytechnika 7/1963/127.
[12] *Szabadváry F.:* Journ, of. Chem. Education 40/1963/46.
[13] *Náray-Szabó I.:* Szervetlen kémia, Bp. Akad. Kiadó, 1956.
[14] *Jakóby L.—dr. Romwalter Alfréd:* Kohászati Lapok 11/1954/497.

Helytelen — **helyes**

A *nyomás* közbenső betét nélkül *történik.* — A *nyomást* közbenső betét nélkül **fejtik ki.** (Az utóbbi években rendkívül elterjedt a történik szó használata, s ez csökkenti nyelvünk színességét. Itt különösen rossz, mert nyomást csak külső erő fejthet ki.)

A most ismertetett *elektronmikroszkópok mellett* készítenek olyanokat is, ... — A most ismertetett **elektronmikroszkópokon kívül** készítenek olyanokat is, ... (A kívül és felül határozó szavak helyett gyakran használják hibásan a mellett helyhatározó szót.)

Töretek vizsgálatára *nagy nagyítások esetén* a fénymikroszkópok alig alkalmasak. — A töretek **erős nagyítással végzett** vizsgálatára a fénymikroszkópok alig alkalmasak. (Az esetén szó az utóbbi időben igen divatos, itt teljesen elkerülhető.)

Az 1947-ben megindult üzem termelése a múlt évben is *fokozódott.* — Az 1947-ben megindult üzem termelése a múlt évben is **emelkedett.** (Fokozni általában tulajdonságokat szoktak, s ezért van a jelzőknek fokozása, a termelés azonban csökken vagy nő, esetleg süllyed, illetve emelkedik.)

Ötvözetlen és alacsonyan ötvözött *anyagoknál* a kereskedelmi minőség *esetén* a hengerlési *tömbök* marása, illetve hántolása elhagyható. — A kereskedelmi minőségű ötvözetlen és gyengén ötvözött **tuskók** marása, illetve hántolása elhagyható. (Az első mondatban több hiba is van. Az ötvözés lehet gyenge vagy erős, de sem alacsony, sem magas nem lehet, ez szószerinti német fordítás. Az esetén szó helyes szövegezéssel könnyen elhagyható. A hengerlési tömbök, hengerlési öntecsek, öntött tömbök megnevezés helyett egyszerű, egyértelmű s ezenkívül rövid és szabatos a tuskó szó.)

A magyar fémkohászat fejlesztésének néhány időszerű kérdése*

DOBOS GYÖRGY okl. vegyészmérnök
a magyar Alumíniumipari Trösztvezérigazgatója

DK 061.6 : 669.2/8 (439)

Legyen szabad elöljáróban őszintén megköszönnöm a megtiszteltetést, hogy jelen választmányi ülésünkön módom van néhány gondolatot kifejteni a magyar fémkohászat fejlesztésének néhány időszerű kérdéséről. Különös örömömre szolgál, hogy értekezletünket az Inotai Alumíniumkohóban, a felszabadulás után rohamos fejlődésnek indult fémkohászatunk egyik kimagasló üzemében tartjuk meg ; ez a körülmény is mutatja azt a nagy érdeklődést és figyelmet, amelyet az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Elnöksége és tagjai alumíniumiparunk problémái iránt tanúsítanak.

A magyar fémkohászat fejlődésének legjellegzetesebb eseményei mindenkor szorosan kapcsolódtak egyesületünk munkájához. Csak a legfontosabbak között legyen szabad megemlítenem az 1950. évi kohászati konferenciát, az 1954. évi közgyűlésünket, az 1955. évi alumínium kohászati konferenciát, az 1963. évi alumínium félgyártmánygyártási konferenciát, valamint utalhatnék számos előadásra és a kiemelkedő almásfüzítői és ajkai ankétra, amelyek iparágunk fejlesztési irányainak meghatározására lényegesen hatottak. Hasonlóképpen, egyesületünk felismerve a magyar-szovjet alumíniumoxid-alumínium egyezmény jelentőségét, több budapesti és vidéki rendezvényen tárgyalta meg a könnyűfémkohászati iparágra háruló feladatokat és az ezek végrehajtására teendő intézkedéseket.

Ha jelen választmányi ülésünkön egyesületünk szerteágazó, de hagyományos bányász-kohász kapcsolat alapján mégis összefüggő tevékenységeinknek csak néhány kérdését fogom taglalni, ezt azért teszem, mivel meggyőződésem, hogy egyesületünk egyik lényeges feladata az, hogy a bányász és kohász társadalmat a hozzánk tartozó műszaki tér egy-egy alapvető kérdéséről részletesen tájékoztassa, az egyes ágazatok kölcsönhatásait megmutassa és az iparvezetés elgondolásait szakszerűen megvitassa, illetve szükség esetén bírálja.

Csak néhány, véleményem szerint, alapvető problémát szeretnék tárgyalni, nevezetesen a hazai alumíniumkohászatunk, alumíniumoxid-gyártásunk, színesfémgazdálkodásunk fejlesztésével és a magyar ritkafémkohászat megteremtésével kapcsolatos kérdéseket.

Alumíniumkohászatunk

Alumíniumkohászatunk jelen helyzetét azzal lehet jellemezni, hogy az iparág átlagában a alumíniumoxid, anódszén, fluorsó és villamosenergia fogyasztásban elért eredmények összevethetők az alumíniumtermeléssel foglalkozó legjelentősebb külföldi országok vagy társaságok vonatkozó adataival. Jelentős különbség csak a termelékenységben van, mivel az 1 tonnára jutó munkaóra mintegy háromszorosa a másutt elért eredménynek.

Még előnyösebb a helyzet, ha az Inotai Alumíniumkohó 1963. évi első három negyedévében elért 15 200 kWó/t egyenáram fogyasztását vetjük össze a hasonló felsőáram bevezetésű folytonos anódákkal dolgozó külföldi vállalatok eredményeivel. Megállapíthatjuk, hogy ez az üzem a technikai színvonalat legjobban jellemző egyenáramú villamosenergia-fogyasztás tekintetében előkelő helyet foglal el világviszonylatban is.

Azt is meg kell állapítanunk, ha az alumíniumkohóinkban működő kísérleti berendezések eddigi eredményeit számba vesszük és megvizsgáljuk a kemencék további fejlesztésére vonatkozó terveket, hogy alumíniumkohász gárdánk műszaki felkészültsége kielégítőnek látszik és minden reményünk megvan arra, hogy a kohászati ismeretekben és a kemenceszerkesztés tudományában az élvonalban tudunk maradni.

Ezt a megállapítást alátámasztja az is, hogy az iparágban jelenleg működő legjobb kísérleti berendezéssel 3,7—3,8 V munkafeszültséget és mintegy 13 500 kWó/t egyenáramú villamosfogyasztást sikerült már eddig néhány hónap átlagában elérni. Az előadottak alapján jogos és indokolt alumíniumkohászatunk célkitűzése, mely szerint a távlati fejlesztés időszakában 1980-ig meg kívánjuk közelíteni országos átlagban a 13 000 kWó fajlagos egyenáramú villamosenergia-fogyasztást. E célkitűzés megvalósítása és a kohászati eljárás további tökéletesítése révén elképzelhető a kohászat anyag- és energiafogyasztásának további mintegy 8%-os, és a termelt fém önköltségének kereken 10—12%-os csökkentése, a jelenlegi árrendszerben számítva.

Az alumíniumkohászat az előadott kimagasló eredmények eléréséhez hosszú és fáradságos úton jutott el. Ismeretesek nehézségeink, amelyek mintegy 10 évvel ezelőtt a függőleges áramvezetésű anódák biztonságos működtetésével kapcsolatban felléptek. Megállapítható ugyanakkor, hogy e haladó munkamódszerek bevezetése az országban alapvetően helyes volt és az elért eredmények az egyik kiinduló bázisként foghatók fel. Hasonlóan meg kell emlékezni a magyar alumíniumkohókban korábban működő szovjet szakemberek tevékenységéről, akik aktívan közreműködtek az alumínium elektrolizáló kádak kapacitás tartalékainak kezdeti feltárásában.

Kohászatunk fejlesztésének ugyancsak egyik alapvető feltétele volt országunk energia helyzetének rendezése. Lényegében a kohók villamosenergia ellátásának az 1954—1955. években bekövetkezett megoldása tette lehetővé a rendszeres műszaki fejlesztő munka megindítását. Az alumíniumkohóinkban dolgozó kohászok és mérnökök felkészültsége lehetővé tette, hogy 1959-ben

* Az előadás elhangzott 1963. XII. 7-én az Inotai Alumíniumkohó kultúrtermében tartott választmányi ülésen.

az OMBKE rendezésében Ajkán megtartott alumíniumkohászati ankéton a második 5 éves terv időszakára célkitűzésként a világszínvonal elérését jelöljék meg. Ugyancsak ez az ankét hívta fel szakembereink figyelmét a kohászat fejlesztésében a gazdaságosság alapvető javításának szükségességére és a korszerűsítések olyan irányú megtervezésére, amelyek a berendezések kapacitás növelése mellett egyúttal a műszaki-gazdasági mutatók hatékony javítását teszik lehetővé. Az ankétot követően az érdekelt vállalatok, a kutatóintézet s a tervezőintézet szakembereinek együttműködése révén az irányító hatóság munkatársainak részvételével megfelelő tervek alapján igen átgondolt munka került elvégzésre. Foglalkoztak a kádak hatékonyságának növeléséhez szükséges mérnöki számítások elméleti megalapozásával, a hőtechnikai szerkezetek megismerésének elmélyítésével, az anódmassza szerkezetére vonatkozó ismeretek további feltárásával, a kemencék kezelésének és szabályozásának korszerűsítésével. Mindezek révén a laboratóriumi és üzemi kísérletek mind hatékonyabbá és eredményesebbé váltak. Ugyancsak nagy jelentőségű volt a KGST Színesfémkohászati Állandó Bizottsága Könnyűfémtermelési Állandó Munkacsoportjának tevékenysége, mivel ezen keresztül mód nyílt egyrészt a baráti államok alumíniumkohászatára vonatkozó tapasztalataink rendszeres bővítésére, másrészt az általunk kidolgozott elgondolások megtárgyalására és nemzetközi bírálatára. A röviden vázolt, átgondolt tervszerű tevékenység vezetett az utolsó néhány évben az üzemek műszaki-gazdasági mutatóinak állandó, csaknem töréstmentes javulásához.

Alumíniumkohászatunk fejlesztése az elektrolizáló kemencék munkamódszerére és szerkezeti ismeretekre vonatkozóan a továbbiakban is jól megtervezett, kellően megalapozott és várhatóan eredményes úton halad. Felhívom azonban a figyelmet arra, hogy egyes, a kohászati ismeretekénél lényegesen kisebb jelentőségű, de nem elhanyagolható jelenségek fejlődésünket lényegesen zavarhatják.

Első helyen kell foglalkozni a termelékenységgel. Igaz az, hogy jelenleg a termelt alumínium önköltségében a bérhányad csak néhány százalék. Már ennek összegszerűsége is megfontolást kíván, hiszen az önköltség nem tartalmazza azokat az igen tekintélyes közvetett juttatásokat, amelyeket szocialista államunk a dolgozók részére nyújt. Amikor tehát tárgyilagosan hasonlítjuk önköltségünk szerkezetét más országok vagy társaságok vezető alumíniumkohászati gyárainak megfelelő adatához, ezt a lényeges körülményt nem szabad elhanyagolni. Mindenkinek tisztában kell lennie azzal is, hogy a munkaerőellátás országunk tervszerű fejlesztésének egyik komoly problémája. Az önköltségi hatásoktól függetlenül, bár a berendezést kiszolgáló emberek előteremtésének lehetősége korlátolt, ez fel kell vesse az egy tonna termelvényre jutó munkaóra ráfordítás problémáját. Végül pedig ki akarunk menni a világpiacra, az alumíniumkohók és timföldgyárak tervezésével és építésével. Versenyképességünk nagy termelékenységű megoldásokat kíván, olyanokat, amelyek az összehasonlítást a konkurrens világcégekkel kiállják.

Alumíniumkohászatunkban, de általában az egész alumíniumiparban az elmondottaknál fogva a jövőben lényegesen több figyelmet kell fordítani a termelékenység elemzésére. Meg vagyok győződve arról, hogy a munka szervezésével és a munkaidő jobb kihasználásával saját portánkon is van mit tennünk. De ugyancsak elemezni kell mielőbb — szerény véleményem szerint — országos szinten a gépek minőségéből, az alkatrészgyártás elégtelenségéből a termelő üzemek karbantartó részlegeire háruló és rendkívüli létszámokat kívánó feladatokat. A könnyűfémkohászati üzemek nemcsak a berendezés, hanem a munkamódszer fejlesztésén is munkálkodnak, de gyakran elvégzik az ezzel kapcsolatos szerkesztési feladatokat is, nemegyszer a vonatkozó nullszériák legyártását, sőt — példaként említem — a kohóknál használt kádbetörőgépek és alumíniumoxidtargoncák sorozatgyártását is. Ismeretes előttünk, hogy gépiparunk eredményes fejlesztése a jelenleg gyártott gépféleségek számának szűkítését indokolja. A gyártmányfejlesztés és a termelési profilok meghatározásakor azonban úgy gondoljuk, figyelembe kell venni alumíniumiparunk elért színvonalát, a gyárexporttal kapcsolatos elképzeléseket és az iparág részére múlhatatlanul szükséges legfontosabb berendezések folyamatos gyártását és fejlesztését a gépipar megfelelő terveiben elő kellene irányozni. Nyilvánvaló, hogy a vázolt helyzet nem teszi összevethetővé az üzemeinkben alkalmazott létszámokat, a fejlett országok megfelelő vállalataiban tapasztaltakkal, a túlméretezett gépipari tevékenység gyakran megy kényszerből a szakszerűség rovására.

Nem kis jelentőségű tehát alumíniumkohászatunk világszínvonalú versenyképességének szempontjából a gépipari vállalatokkal való kapcsolatok kialakításának a jelenlegitől eltérő rendszere.

Hasonlóképpen szükséges, hogy alumíniumkohászati ismereteink kiegészüljenek a korszerű anódmasszagyártásra, gázelszívásra vonatkozó elemekkel, folytatódjék és kiszélesedjék az az igen hasznos tevékenység, amelyet a közelmúltban a kutatóintézetben az olvadékok szerkezetének, tulajdonságainak jobb megismerése érdekében megindítottak.

Alumíniumoxidgyártás

Legyen szabad ezután röviden az alumíniumoxidgyártásunk néhány közvetlen problémájával foglalkoznom.

Alumíniumoxidgyártásunk rohamos fejlődésének útját az alumíniumipar államosítása nyitotta meg, az azóta eltelt időszakban kapacitásunk több mint tízszeresére emelkedett. A termelés mennyiségi fejlődését is megelőzte a gyártás műszaki és gazdasági színvonalának elért változása. Megfelelő eljárási és gépészeti módosítások, az egyes műveletek automatizálása révén a főbb fajlagos vonatkozásában üzemeink megközelítették a legjobb külföldi üzemek mutatóit. Amíg 10—15 évvel ezelőtt 1 tonna alumíniumoxid előállítása-

hoz a jelenleginél lényegesen jobb bauxitok felhasználásával 10—12 t gőzre volt szükség, ma Almásfüzítőn és Ajkán a gőzfajlagos nem több 3,5—3,6 tonnánál 1 t alumíniumoxidra számítva és reális lehetőség van arra, hogy ez további 30%-kal csökkenthető legyen. Előrehaladtunk a bauxitok komplex feldolgozásának megoldásában is, mivel üzemeink az alumíniumoxidon kívül a bauxit-, vanádium-, fluor- és galliumtartalom jelentős részének hasznosítására is fel vannak készülve. A magyar-szovjet alumíniumoxid-alumínium egyezmény eredményes megvalósítása alumíniumoxidiparunkat igen jelentős feladatok elé állítja. Az egész magyar műszaki kutató hálózat egyik alapvető feladata, hogy alumíniumoxid-gyártó eljárásaink és berendezéseink fejlesztését megfelelően előkészíteni, hazai és várható külföldi kötelezettségeink eredményes teljesítése érdekében.

Tovább kell fejlesztenünk az alumíniumoxidgyári energiagazdálkodás és a már megkezdett automatizálás befejezésére irányuló tevékenységet. Meglevő üzemeink bővítése s az új üzemek és gyárak létesítése kiterjedt apparatív fejlesztést tesz szükségessé, hogy ezen létesítmények a legkorszerűbb műszaki szinten levő nagyteljesítményű berendezésekkel legyenek ellátva. A bauxit hasznos alkotóinak ismertetett kinyerésén kívül mindinkább előtérbe kerül — amire részletesebben ki fogok térni — előzetes vizsgálataink biztató eredményei alapján az érc vastartalmának kivonása is.

Magyarországon az alumíniumoxidgyártás tervezett nagymértékű fejlesztéséhez átlagban 6—8% SiO_2-tartalmú bauxitok állnak rendelkezésre. Ez ércek vasoxid-tartalma aránylag nagy, mintegy 18—20%. A Bayer-rendszerű alumíniumoxidgyártási eljárás során nyert vörösiszap Fe_2O_3-tartalma száraz anyagra számítva átlagban 35—40%, de olykor 45%-ot is elérhet. Mivel Magyarország vaskohászata jelentős mértékben import érceket dolgoz fel, vizsgálatokat indítottunk annak érdekében, hogy egyrészt a bauxitok alumíniumoxidtartalma kielégítő hatásfokkal, másrészt vastartalma — Magyarország adottságainak megfelelő — kohászati megoldással eredményesen hasznosítható legyen.

Elképzeléseink szerint a jelzett feladatnak megfelelő alumíniumoxidgyártó eljárás a bauxit Bayer-eljárás szerinti feldolgozásával kezdődik. A nyert vörösiszapból a vasat a Krupp—Renn-eljárás szerint vonják ki, majd a képződő vasrögök a salakból mágnesesen elkülönítésre kerülnek. A salak alumíniumtartalma a szokásos módszerekkel, pl. szódameszes zsugorítással és ezt követő kilúgozással a Bayer-körfolyamatba visszavezetve hasznosítódik ismét. Az ismertetett módszerrel a bauxitban levő timföld 90%-a, a vastartalom 85—90%-a várhatóan hasznosítható. A Fémipari Kutató Intézet, a Vasipari Kutató Intézet és az Almásfüzítői Timföldgyár munkatársainak közreműködésével eddig elvégzett vizsgálatok igazolták, hogy az említett eljárás gyakorlatilag kivitelezhető, a Bayer-alumíniumoxid gyártásból származó, szokásos minőségű bauxitok vörösiszapja akkor dolgozható fel legelőnyösebben rögösítéssel, ha a belőle keletkező salak 37—1% meszet tartalmaz. Ilyen viszonyok között a rögösítési hőmérsékletköz mintegy 80—120 C° és a vasrögök a kedvező felületi feszültségi viszonyok miatt jól elválnak a salaktól. A 10 m-es, majd 20 m-es forgókemencékben sikerült több napon, sőt héten át folyamatos Krupp—Renn-üzemet a vörösiszappal tartani. Az elért eredmények igazolták a vaskihozatalra vonatkozó korábbi elméleti meggondolásokat. A vas kinyerése után visszamaradt salakból laboratóriumi szinten ugyancsak beigazolódott az alumíniumoxidkivonás eredményes lehetősége.

Az eddig elvégzett kísérleti munkák eredményeinek felhasználásával a közelmúltban az Alumíniumipari Tervező Intézet munkatársai által készített számítások alapján az új komplex alumíniumoxid- és vasgyártás gazdaságossági szempontból is igen biztatóan értékelhető.

Színesfémproblémák

Színesfémgazdálkodásunk problémái közül néhány szót a másodlagos fémek termelésének szentelnék. Magyarország alumíniumforgalma az utolsó 20 évben csaknem meghatszorozódott. Ennek megfelelően növekszik a begyűjthető és újra feldolgozható hulladékfém mennyisége. Nehézszínesfém ellátásunk mintegy 35%-a begyűjtésből származik. A másodlagos fémtermelés alapvető jelentőségét közel sem ismertük fel a megfelelő mértékben és a fémhulladékok feldolgozásához szükséges kapacitások sem mennyiségben, sem technikai színvonalban nem állnak rendelkezésre. Jelenleg hazánkban hatalmas értékű alumíniumhulladék feldolgozását — többszáz vagonnyit — nem tudjuk megoldani. Rendszeresen exportálunk hulladékalumíniumot, ami a jelenlegi kényszerhelyzetben megérthető, de már a közeljövőben sem szabad ilyen helyzetet fenntartani.

Különös jelentőségű a nehézszínesfémek másodlagos fémtermelése, mivel egyrészt e fémek számottevő mértékben nehezen bonyolítható importból származnak, másrészt a gépipari termelés növekedésével párhuzamosan abszolút tömegük is jelentős mértékben meg fog növekedni. A hazailag feldolgozandó rézalapú hulladékok mennyisége — nem is a távoli jövőben — elérheti az évi 30 000 tonnát. Ilyen mennyiségek figyelembevételével meg kell szüntetni azt a téves nézetet, hogy alapanyaghiány miatt Magyarországon a nehézszínesfémkohászat fejlesztésére nem kell különös figyelmet fordítani, sőt ezzel a nézettel ellenkezően nyersanyaghelyzetünk, a józan devizális megfontolások alapján arra következtetésre kell jussunk, hogy Magyarországon a legfejlettebb, a fémek leghatékonyabb komplex kivonását lehetővé tevő másodlagos színesfémkohászatot létesíteni kell.

Jelenleg az országban a begyűjtés és feldolgozás kapcsolatának nem teljesen megnyugtató volta nem biztosítja maradéktalanul a hulladékok műszaki szempontból kifogástalan kezelését. A nehézszínesfémek hulladékainak feldolgozásával foglalkozó vállalatok csak a közelmúltban kerültek egységes irányítás alá. Egyetlen alumínium-

hulladék feldolgozó szakvállalatunk nem bővíthető, alapberendezése elavult. Számos vállalatban a színesfémhulladékok feldolgozása, mint például a fehér bádog óntalanítása az élelmiszeriparban, az ólomhulladék feldolgozása az erősáramú iparban, mellékprofil. A vázolt helyzet folytán a fémkihozatal nem megfelelő, például a hulladékokból az ólomkihozatal 94%, a Szovjetunióban elért 97%-kal szemben, az antimon kihozatal 82%, a Szovjetunió 93%-os értékéhez viszonyítva. Ugyancsak közismert, hogy a színesfémhulladékok feldolgozásakor jelentős mennyiségű cink és ón vész el; hiányosak a salakfeldolgozó berendezések is és így ezekben a termékekben a megengedettnél nagyobb mértékű veszteségek jelentkeznek.

Meg szeretném említeni, hogy számos esetben a színesfémek indokolatlan felhasználásához vezet alakosöntészetünk egyes gyárainak elmaradottsága, és jellemző, hogy ennek az igen fontos iparágnak fejlesztésével egyetlen ipari kutatóintézetünk sincsen megbízva.

Az OMFB szervezetében működő egyik szakértői bizottság a közelmúltban készült jelentéséből megállapítható, hogy a műanyagok gyártásának fejlesztése nem hozhat alapvető változást az ország akár könnyű-, akár nehézszínesfém igényeiben. Sőt, feltételezhető, hogy a műanyag és alumínium kombináció néhány fogyasztói területen további könnyűfémfelhasználást hozhat.

Színesfém gazdálkodásunk alapvető feladataként az elkövetkezendő időszakban, a helyettesítés ésszerű folytatása mellett, a hulladékok ésszerű feldolgozását és a főbb fogyasztói ágakban, elsősorban az alakosöntészetben a gyártási eljárás és a méretezés kérdéseit kell előtérbe helyezni.

A harmadik 5 éves terv során alapvető fordulatot kell elérnünk másodlagos fémkohászatunk műszaki fejlesztésében és az ehhez szükséges tapasztalatok megszerzésére már a közeljövőben intézkedéseket kell tennünk. Ahol lehetséges, a baráti országokból, szükség esetén pedig tőkés viszonylatból kell tudást gyűjtenünk.

Ritkafémek

Minden különösebb igazolás nélkül elfogadható az a nézet, hogy a kohászatban az utolsó évtizedekben a ritkafémekben volt megfigyelhető a legjelentősebb ütemű fejlődés. Az Inotai Alumíniumkohóban például mintegy 10 évvel ezelőtt, akkor korszerűnek mondható higanygőz egyenirányító berendezéseket építettek be. Abban az időben a hasonló célra alkalmas, nagyteljesítményű más elven felépülő egyenirányító berendezések gyakorlatilag ismeretlenek voltak. Néhány éve jelentek meg a félvezetős egyenirányítók és az elérhető hatásfokjavulás révén az elektrometallurgiai felhasználásokból teljesen kiszorították a higanygőzös berendezéseket, ezért a folyó év nyarán a Tatabányai Alumíniumkohóban már megfelelő félvezetős egyenirányítók kerültek beépítésre.

Iparunk fejlesztésében, a távlati időszakban nagy jelentőséggel szerepel a híradástechnika és a műszeripar. Ez iparágak fejlesztését nyilvánvalóan megfelelő szervezett intézkedéseknek kell követni, sőt megelőzni a ritkafémkohászat vonalán is.

A ritkafém fogalomhoz, az ipari használat szempontjából, több tényező együttes hatása tartozik és ezek közül az adott esetben hol az egyik, hol a másik döntő jelentőségű. Ilyenek: a természetes gyakoriság, a koncentrálódásra való hajlam, a hozzáférhetőség, az előállíthatóság, az adott elem iránt megnyilvánuló kereslet, a termelt mennyiség és nem utolsó sorban a fémmel szemben támasztott minőségi követelmény. A tényezők között a kölcsönhatás eredményét, vagyis a fémnek a közönséges vagy ritkafémekhez való tartozását egyértelműen a legtöbb esetben a fém ára szabja meg. Ritkafémnek nevezik a széles körben elterjedt műszaki szóhasználatnak megfelelően például a germániumot, szelént, tellurt is.

Az előadottakból kitűnik, hogy a ritkafémek fogalmába való sorolást számos esetben nem a számításba jövő anyag természete, hanem az anyag megjelenési alakja indokolja. Ez utóbbi megnyilvánulhat például rendkívüli nagy tisztaságban (szilícium, alumínium), vagy sajátos mechanikai tulajdonságokban (duktilis vanádium, wolfram-lemezek stb.), ami csak meghatározott és jellemző műveletek sorozatával érhető el. Más szóval, és az alapvető jelentőségű a magyar fémkohászat részére, a jelenlegi szóhasználatnak megfelelően a ritkafémkohászat témakörébe tartozik számos olyan különleges megjelenésű anyag előállítása, amelyek az iparban különben is már nagy mértékben használatba kerültek. Arra kívánom a figyelmet felhívni, hogy a ritkafémkohászat kifejlesztése legalább olyan mértékben műszaki és tudományos ismereteken, mint nyersanyagokon alapszik.

1962—1963-ban az OMFB megbízásából szakértői bizottság tanulmányozta a legfontosabb ritkafém felhasználók ellátásának problémáit és ennek várható jövő alakulását. A felmérés szerint ez iparágak ellátása nagymértékben importon, elsősorban tőkés behozatalon alapszik és megfelelő intézkedések nélkül a távlati tervek időszakában az import miatt az országra igen jelentékeny terhek fognak hárulni. Az is kitűnt, hogy ez idő szerint a felhasználók elsősorban a hagyományos nem nagymértékben munkaigényes és kisebb színvonalú eljárásokkal előállított anyagokat fedezhetik hazai forrásból. Minél különlegesebb anyagokat felhasználó munkaigényesebb iparágat vizsgálunk, annál jobban eltolódik a beszerzési forrás az import, ezen belül a tőkés import irányába.

Az adatok részletesebb elemzése azt is igazolja, hogy a tekintélyes import számos esetben nem a vonatkozó anyagok hiányából, hanem a műszaki felkészültség nem kielégítő voltából, illetve a megfelelő berendezések hiányából adódik. Jellemző példája ennek a félvezető gyártáshoz szükséges tiszta alumínium, tiszta ólom, tiszta cink, kénsav, hidrogénperoxid stb.

A teljes kép felvázolásakor azt is megemlítem, hogy történtek intézkedések a hazai ritkafémkohászat fejlesztésével kapcsolatban és ezeknek eredményeit nem szabad lebecsülni. Ezek között említem a csepeli kísérleti üzem létesítését, a hazai

porkohászat megteremtését, a vanádiumoxid és gallium üzemi gyártásának bevezetését, a nagytisztaságú szilícium és germánium előállításának közeli megindítását. Hasonlóan, különösen az utóbbi években, aktívan kezdtek foglalkozni a ritkafémkataszter felvételével és számos kutatóintézetben (például a TÁKI, KFKI, Egyesült-Izzó, FÉMKÚT) tevékenykednek a vonatkozó tudományos feladatok megoldásán.

Meg kell ugyanakkor állapítanom, hogy a fejlett ipari országokhoz képest Magyarország elmaradt és nagy hiányosságok várnak pótlásra. Az elmaradás a KGST országokhoz képest is fennáll. A saját szükségletek kielégítésében nálunk a legkedvezőtlenebb a helyzet, ami nemcsak az egyes alapanyagok termelésében, hanem a gyártási eljárások kidolgozásában is fennáll.

Az elmondottak alapján megállapítható, hogy meg kell gyorsítani az ország ritkafém készleteinek és előállítási lehetőségeinek felmérésére irányuló munkákat. Tervszerűen kell a ritka és nagytisztaságú fémek gyártási lehetőségeit tanulmányozni, a jövő lehetőségeit tudományos szempontból megfigyelni és az eredményeket magyar viszonyokra logikusan átvetíteni. Megfontolást érdemel az országos távlati kutatási terv kiegészítése és a szakterületen megoldandó alapvető feladatok önálló feltüntetése. Ez biztosítaná a folyó kutatások összehangolását, az egyes kutatóhelyek szakosítását és tevékenységünk beillesztését az országos távlati terv megfelelően kiegészített feladatainak végrehajtásába. Megfontolandónak tartanám a ritkafémek előállítására és használatára vonatkozó külföldi irodalom rendszeres feldolgozását és az ismétlő kísérletek szükség szerinti végrehajtásának megszervezését.

Úgy vélem, az említett nagyhorderejű feladatok megvalósítása és a jelenlegi elmaradásunk felszámolása csak egységes, országos irányító szervezet létrehozásával nyerhet megnyugtatóan elintézést, amelynek feladataként az ország ritkafém ellátása érdekében a szükséges intézkedések kidolgozását s végrehajtásukat meg kellene határozni.

Biztos vagyok benne, hogy a felvetett kérdésekről kifejtett nézeteim nem fejezik ki osztatlanul a jelenlevők véleményét. A problémák, amelyeket tárgyaltam sok esetben távlati jellegűek, van idő és lehetőség tehát arra, hogy ezekről többször véleményt cseréljünk, és úgy gondolom, egyesületünk feladata ehhez a megfelelő keretek megteremtése.

Műszaki és gazdasági hírek

Franciaországban a Shell Francaise engedélyt szerzett arra, hogy a **Vizcaya-öbölben** *olaj és gáz* után kutasson. Az engedélyezett terület Bordeaux és Bayonne között fekszik s kb. 4500 km². A francia Aquitania-i medence folytatása, melyen dús olajmezők vannak. A tenger mélysége a kutató fúrások helyén kb. 300 méter.

St. u. E. 1963. 22. sz.

*

A **világ** *rézércтermelése* (1000 t réztartalom)

	1960	1961	1962	1961/1962 %
Nyugat-Európa	128,2	136,5	155,9	+14,2
Demokráciák + SZU	623,7	697,2	720,0	+ 3,3
Ázsia	216,1	224,6	231,2	+ 2,9
Afrika	982,6	981,4	965,6	— 1,6
Amerika	2172,8	2263,5	2347,8	+ 3,7
Ausztrália	111,2	97,2	110,8	+13,9
Összesen	4234,6	4400,4	4531,3	+ 3,0

Metall. 1963. 11. sz.

*

A **világ** *finomított réztermelése* 1000 t-ban

	1960	1961	1962	1961/1962 %
Nyugat-Európa	975,8	998,4	1008,0	+ 1,0
Demokráciák + SZU	789,5	858,9	885,3	+ 3,1
Ázsia	272,3	302,4	297,3	— 1,7
Afrika	560,3	598,3	593,6	— 0,8
Amerika	2308,1	2320,0	2403,8	+ 3,6
Ausztrália	83,6	79,7	92,9	+16,6
Összesen	4989,6	5157,7	5280,9	+ 2,3

Metall. 1963. 11. sz.

Franciaország *rézfogyasztása*

	1961	1962	1961/1962
	t		± %
Vörösréz			
huzal és kábel	153 490	155 256	+ 1,2
lemez és szalag	14 150	13 899	— 1,8
cső	27 683	28 759	+ 3,9
Sárgaréz			
lemez és szalag	39 267	41 707	+ 6,2
rúd	66 794	72 733	+ 8,9
huzal	4 990	5 262	+ 5,4
lapos és idom	8 178	8 105	— 0,9
hegesztő huzal	955	1 165	+22,0
cső	5 101	5 067	— 0,7
Bronz			
hengerelt termék	1 446	1 374	— 5,0
rúd	1 076	1 231	+14,4
cső	66	51	—22,7

Metall 1963. 11. sz.

Olaszország *rézfogyasztása*

	1961	1962	1961/1962
	t		± %
Vörösréz			
huzal és kötél	128 000	121 500	— 5,1
rúd és idom	14 000	13 400	— 4,3
lemez és szalag	12 900	11 800	— 5,7
cső	9 900	9 300	— 6,0
Sárgaréz			
huzal	4 500	4 500	
rúd és idom	65 500	60 000	— 8,5
lemez és szalag	42 000	39,000	— 7,2
cső	12 200	10 500	13,9

Metall 1963. 11. sz.

Piritpörk, szállópor, dorriszap komplex feldolgozása réz és cink kinyerésére

PŐCZE LÁSZLÓ—KALMÁR ELEMÉR

DK 669.053 : 669.33.5

A kénsavgyárak hulladékaként keletkező piritpörk kohósításának problémája már régóta foglalkoztatja a szakembereket. A kohósítás fő akadálya a pörk réz- és cinktartalma. A réz a kohósítás során a nyersvasba kerül és rontja annak minőségét, a cink pedig egyrészt tapadékok képződése révén akadályozza a nagyolvasztó zavartalan működését, másrészt behatolva a falazat hézagaiba, ott roncsoló hatást fejt ki.

A nyersvasgyártáskor számottevő mennyiségű szállópor is keletkezik, melynek Zn-tartalma az alapelegy Zn-tartalmától függően jelentős lehet. A szállópor főtömege a nagyolvasztók porzsákjában, kisebb része a gázrendszer különböző kisebb porleválasztó ciklonjaiban, illetve a köcsögökben gyűlik össze. Ez utóbbi rész cinktartalma igen jelentős lehet, piritpörk felhasználásakor a 10—16%-ot is eléri. A gáztisztítókon leválasztott finom por pedig vizes lemosás után mint dorriszap gyűlik össze és Zn-tartalma némelykor egyes nagyolvasztókban a 15—20%-ot is eléri.

A három fajta anyag komplex feldolgozása révén jelentős mennyiségű Cu-t és Zn-t lehet kinyerni, másrészt kohósításra alkalmasabb betétet állíthatunk elő a két fém eltávolításával.

A piritpörk apró szemcséjű s ezért csak előzetes darabosítás után használható fel kohósításra.

Összetétele a réztől és cinktől eltekintve igen kedvező, 3—5%-nyi kéntartalma pedig a darabosítás alkalmával kiég. A Dunai Vasműben felhasznált piritpörkök összetételét az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A Dunai Vasműben 1962-ben felhasznált piritpörk összetétele

	Szovjet	Budapesti	Szolnoki	Peremartoni	Csepeli	Jugoszláv
Nedvesség ..	15,30	20,20	16,40	11,70	19,80	12,00
SiO_2	12,96	9,70	11,27	14,71	5,14	8,38
Fe_2O_3	43,03	48,74	53,57	55,61	51,56	66,44
FeO	16,30	9,70	8,11	4,06	8,80	5,88
MnO	0,05	0,14	0,10	0,29	0,24	0,04
Al_2O_3	2,06	1,62	2,31	2,09	1,10	1,49
CaO	0,37	0,60	0,35	1,06	2,05	0,07
MgO	0,40	0,25	0,42	0,30	0,85	0,10
Összes S ...	3,34	2,89	2,44	2,09	3,44	2,04
P_2O_5	0,05	0,05	0,09	0,11	0,14	0,11
CO_2	0,08	0,08	0,05	0,05	0,07	0,08
Hidr. H_2O ..	1,89	2,26	1,78	2,36	1,76	1,03
Fe	42,77	41,63	43,78	41,74	42,91	51,09
FeII	12,67	7,54	6,31	2,84	6,84	4,62
FeIII	30,10	34,09	37,47	38,90	36,07	46,47
Mn	0,04	0,11	0,08	0,21	0,19	0,03
P	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05
Cu	0,36	0,42	0,64	1,23	0,09	0,73
Zn	0,38	0,63	0,26	1,23	2,07	0,06

Az összetétel egy évi átlag, a Cu és Zn azonban az egyes hónapokban eléggé változó. Pl. 1961. év egyes hónapjaiban 2—3% Zn-tartalmú pörköket is kapott a Dunai Vasmű. A Budapesti Kénsavgyár pörkjei mutatják a nagy ingadozást.

A pörkök összes vastartalmuk alapján közepes minőségű vasércnek felelnek meg. Kedvező, hogy szilíciumtartalmuk kisebb, mint a Krivoj—Rog-i vörösércé. Ez jelentős a mészkő felhasználás szempontjából. Elvileg a piritpörköt nagy százalékban lehetne a darabosított érchez adagolni. A felhasználásnak azonban gátat szab a réz- és cinktartalma.

A magyar kohóművek alapanyagai sajnos más forrásból is tartalmaznak rezet, ezért fontos a kohósításra kerülő elegy nagyfokú réztelenítése. A réz igen fontos fém, s ezekből az anyagokból a kinyerése népgazdasági érdek.

A réz a pörkben jórészt még kénnel kötött állapotban található. Bizonyos része azonban már oxidált alakban van. Ez a viszony határozza meg a kihozatal százalékát. Az oxidált réz csak részben alakul át a kéndioxid hatására szulfáttá.

Tapasztalat szerint a különböző eredetű pörkök más és más kötésben tartalmazzák a rezet. Az egyes gyárak pörkölési módszerétől erősen függ a réz kioldása. Kísérleteink szerint a kénsavgyári pörkölést lehet olyan módon vezetni, hogy a réz oldható vegyületbe kerüljön. Ebben az esetben a réz és cink kinyerésére végzett utólagos pörkölés elmaradhat.

A cink is kénhez kötött állapotban fordul elő a piritben. Részleges oxidálódás a pörkölés következtében lehetséges. A kísérletek tanúsága szerint a Zn szulfatizálódása lassúbb, mint a $CuSO_4$ képződés. A kísérletek szerint részleges cinktelenítés megy végbe, s ez is igen jelentős a kohósítás szempontjából.

A cink hidrogén, vagy szénmonoxid segítségével oxidjából fémcinkké redukálható. Az ércelegyben levő cinkvegyületek a nagyolvasztóban mind nagyobb hőmérsékletű térbe jutva részben redukálódnak fémes cinkké, részben pedig a szállóporba jutnak.

A keletkező fémcink részben eltávozik a gázokkal, részben pedig a hidegebb helyeken a kohófalazatra csapódik le. Ha a nagy hőmérséklet feljebb húzódik, a fémcink megolvad, kitölti a falazat finom repedéseit, lehülésekor a fém ismét megszilárdul.

A lehűlés okozta megszilárdulás és a felmelegedést követő megolvadás jelentős térfogatváltozással jár. Ez idővel a falazat duzzadásához és repedéséhez vezet. A Zn-tartalmú elegyet használó nagyolvasztók falazata emiatt rövidebb életű.

Az ércelegyben a megengedett maximális Zn-tartalom tapasztalat szerint 0,1%. A Dunai Vasmű nagyolvasztói a piritpörk felhasználása révén ennél jóval nagyobb Zn-tartalmú eleggyel dolgoznak. Voltak időszakok, amikor 0,37% Zn-t tartalmazott a darabosított érc. Az I-es nagy-

olvasztó átépítése alkalmával jelentős dusulásos helyeket találtak.

A tapadványok természetesen egyenetlen járatot okoznak és ez jelentősen rontja a gazdaságos munkát. A II. sz. nagyolvasztó a nagy Zn-tartalom okozta falmozgás következtében jelentékenyen megsérült. Páncélzata felrepedt és mintegy 8—10 méteres hosszanti repedéssel a kohótest jelentősen kitágult. A nagyolvasztóba jutott Zn egy része a szállóporral távozik. A durvább szemcsenagyságú Zn vegyületek, vagy fémcink a szállóporral együtt felfoghatók az erre a célra épített porzsákokban, a ciklonokban és a gáztisztító elektródjain.

A kísérletek eredményeinek ismertetése

A Dunai Vasműbe beérkező piritpörkök kéntartalma (3,0—5,0%) elegendő ahhoz, hogy megfelelő arányú bekeveréssel mind a dorriszap, mind a szállópor frakciók cink komponensét szulfatizálni tudjuk. A cinkszulfát a rézszulfáttal együtt vízzel kioldható és a réz cementálása után a cink elektrolitikus módszerrel, vagy egyéb úton kinyerhető.

Kísérleti munkánk a következőképpen csoportosítható :

1. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk réz- és cinktartalmának csökkentésére.

2. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk és dorriszap együttes szulfatizálására.

3. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk és a nagy cinktartalmú szállóporok együttes szulfatizálására.

4. Cementálás, Zn-elektrolízis laboratóriumi méretekben.

5. Félüzemi jellegű kísérletek.

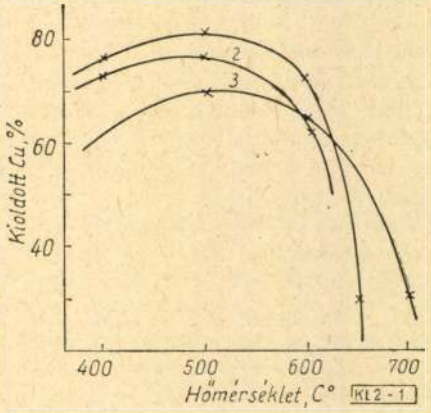
1. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk réz- és cinktartalmának csökkentésére

A hazai piritpörkök szulfatizálási kísérletei során megállapítottuk, hogy a pörkökben levő 3—5% S-tartalom lehetővé teszi a pörkök Cu- és Zn-tartalmát szulfáttá alakítani, miáltal e két alkotó nagy része egyszerű vizes kioldással eltávolítható. A szulfatizálás legkedvezőbb körülményeinek megállapítása céljából több száz kísérletet végeztünk laboratóriumi méretű tokos izzítókemencében. Kísérleteinket kiterjesztettük a külföldi (jugoszláv, román, szovjet) pörkök vizsgálatára is, természetesen a szolnoki és budapesti pörkökkel végzett vizsgálatok tették ki kísérleteink jelentős részét.

A réz szulfatizálás legkedvezőbb hőmérsékletének megállapítása

Először a szulfatizálás legkedvezőbb hőmérsékletét állapítottuk meg. A kísérleteket nyitott vasdobozban (mérete : 160×170×80) 400—700 C° közötti hőfokközben végeztük. A százalékos Cu-kihozatal hőmérséklettől való függését az *1. ábra* mutatja.

A görbék lefutása teljesen egyértelmű, mindháromnak 500 C°-on van a legkedvezőbb kioldási százaléka. Tehát rézre természetesen a szulfatizálás már ennél kisebb, 350—400 C° körüli hőmérsékleten elkezdődik, de csak 500 C°-on lesz teljes, illetve a legnagyobb. Kisebb hőmérsékleten végezve a szulfatizálást, jóval hosszabb ideig tartó pörkölés szükséges és a hatásfok is kisebb, mint az 500 C°-on végzett szulfatizáláskor. A kísérleteket 100 g pörkkel, 30 perces izzítási idő alatt végeztük.

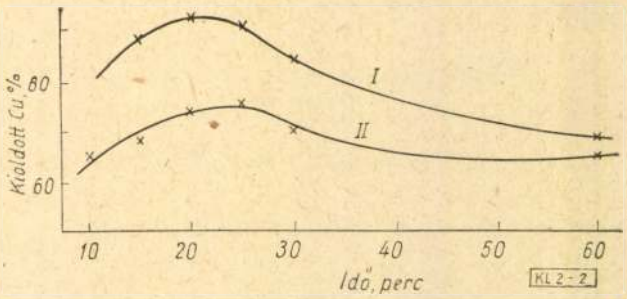


1. ábra. A réz szulfatizálódás a hőmérséklet függvényében
1 = budapesti, 2 = jugoszláv, 3 = szolnoki piritpörk

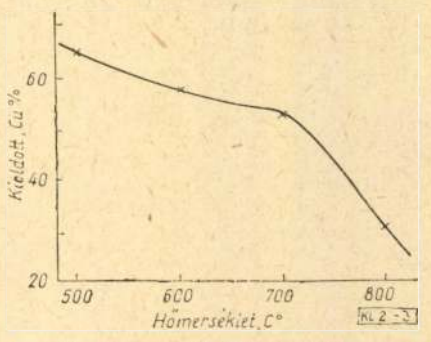
A szulfatizálás legkedvezőbb időtartamának megállapítása

A réz szulfatizálásának legkedvezőbb időtartamát 5—60 percig tartó 500 C°-on végzett pörkölési kísérletekkel állapítottuk meg. Az eredményeket a *2. ábrán* mutatjuk be.

Megállapítható, hogy a legjobb kioldási százalék 20—25 perc közötti pörköléssel adódik. A kísérleteket 100 g pörkkel végeztük. Az időt attól kezdve mértük, amikor a kemence hőmérséklete elérte az 500 C°-ot.



2. ábra. A piritpörk réztelenítésének hatásfoka a szulfatizálás időtartamának függvényében
1 = szolnoki, 2 = budapesti pörk



3. ábra. 500 C°-nál nagyobb hőmérsékleten 5 percig tartó szulfatizálás eredménye

Megkíséreltük a pörkölés időtartamát oly módon csökkenteni, hogy csupán 5 percig tartó pörköléseket végeztünk 500 C°-nál nagyobb hőmérsékleten. A mért adatokat a *3. ábra* tünteti fel.

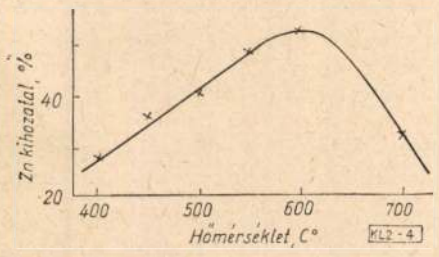
Megállapítható a görbe lefutásából, hogy 500 C°-on még 5 perces izzítással is aránylag elég jó szulfatizálás érhető el, de nagyobb hőmérsékleten a Cu-kioldás százaléka egyre romlik. A $CuSO_4$ ugyanis nagyobb hőfokon, különösen 700 C° körül rohamosan bomlani kezd, tehát ezen a hőmérsékleten még rövid ideig tartó szulfatizálással sem érhető el kielégítő eredmény.

A cinkszulfatizálás legkedvezőbb körülményeinek vizsgálata

A cink kinyerésének legelső kísérletei során megállapítottuk, hogy a cink sokkal rosszabb hatásfokkal szulfatizálható, mint a réz. Ennek oka valószínűleg az, hogy a piritpörkben a cink egy része cinkferrit ($ZnFe_2O_4$) alakban van jelen, s az így lekötött cink nem szulfatizálható. Irodalmi adatok szerint cinkben szegény ércek pörkölésekor már 650 C°, cinkdús ércekben 750 C° felett cinkferrit képződik. Figyelembe véve kénsavgyáraink pörkölési viszonyait, a pörkben mindenképpen fel kell tételeznünk a cinkferrit jelenlétét. Az elmondottakat a jugoszláv pörkkel végzett kísérleteink is alátámasztják. A Dunai Vasműbe 1959. év folyamán aránylag nagy Cu- és Zn-tartalmú jugoszláv pörk érkezett (Cu = 1,00%, Zn = 0,6%) A pörkkel azt tapasztaltuk, hogy a Cu és Zn egy része minden szulfatizálás nélkül közvetlenül vízzel kilúgozható. Ha még külön szulfatizáló pörkölésnek is alávetjük, akkor a réz és cink oldhatósága tovább javul és általában felülmúlja a magyar pörkökkel tapasztalt kihozatalokat. Különösen a cinkre mutatkozik ez meg, mert a cinkre 10—15%-kal nagyobb szulfatizálási százalék adódik, mint a magyar pörkökre. A jugoszláv pörköt előállító kénsavgyár valószínűleg kisebb hőmérsékleten, lassabban végzi a pirit pörkölését, ami a réz és cink szulfatizálódása szempontjából kedvező. Ebből az is következik, hogy a kisebb pörkölési hőmérsékleten a cinkferrit képződésének lehetősége kisebb és ezért kedvezőbb az említett jugoszláv pörkből a cinkkinyerés hatásfoka.

A legkedvezőbb hőmérséklet megállapítása

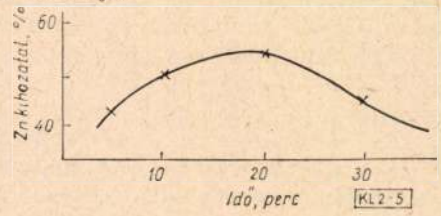
A kérdés eldöntésére budapesti piritpörkkel végeztünk kísérleteket. A szulfatizálást 400—700 C°-os hőfokközben 60 perces időtartammal, 100 g-os anyagmennyiségekkel végeztük. Az eredményeket a *4. ábrán* tüntettük fel.



4. ábra. A cink szulfatizálódása a hőmérséklet függvényében

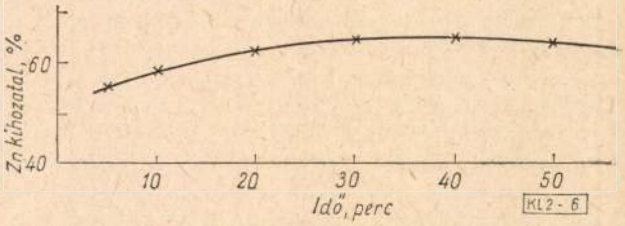
A cink szulfatizálásának legkedvezőbb hőmérséklete a diagramból 600 C°, tehát 100 C°-kal nagyobb, mint amit a rézre tapasztaltunk. Pontosan ez a különbség egyébként a $CuSO_4$, valamint a $ZnSO_4$ bomlási hőmérséklete között is. Méréseink szerint a tiszta cinkszulfát kb. 100 C°-kal nagyobb (740C°) hőmérsékleten bomlik, mint a $CuSO_4$.

A cink szulfatizálásának legkedvezőbb időszükségletét 600 C°-on végzett pörköléskor az *5. ábra* mutatja.



5. ábra. A cink szulfatizálás mértéke 600 C°-on az idő függvényében

A legkedvezőbb idő az ábra szerint 20 perc, tehát annyi, mint a rézé 500 C°-os pörköléskor. Az eddigiek szerint azonban a réz és cink nem szulfatizálható egyidejűleg a legkedvezőbb körülmények között, mert bár az időszükségletük egyező, hőmérsékletük viszont 100 C°-kal eltér. Ezért megvizsgáltuk a cink szulfatizálásának egy kedvezőbb időszükségletét, 500 C°-os pörkölésre. Az eredményeket a *6. ábrán* ábrázoltuk.E szerint 500 C°-os pörköléskor a legkedvezőbb izzítási időtartam 40 perc.



6. ábra. A cink szulfatizálás hatásfoka 500 C°-on a kéntartalom függvényében

Megjegyezzük, hogy a 6. ábra cinkkioldási adatai átlagosan azért nagyobbak az előző ábra adatainál, mert másik szállítmányból származó piritpörkökkel végeztük a kísérleteket.

Az eddig közölt adatokból megállapíthatjuk, hogy a réz és cink együttes szulfatizálása megoldható, bár a két fém szulfáttá alakításának optimális körülményei nem teljesen egyezőek. Kiválaszthatunk azonban olyan feltételeket, amikor a kinyerés hatásfoka mindkét fémre legfeljebb néhány százalékkal kisebb a legkedvezőbbnél. Ha a réz kinyerése a fontosabb, akkor 500 C°-on célszerű a pörkölést végezni. Ha a cinkre akarunk jobb hatásfokot biztosítani, akkor a 600 C°-os pörkölés a legkedvezőbb. A 600 C°-os pörköléssel kapcsolatban megemlítjük, hogy ekkor a rézszulfátot és cinkszulfátot tartalmazó vizes oldat sokkal tisztább és csak egészen kevés vasszulfát szennyezést tartalmaz. Az 500 C°-os szulfatizáláskor még aránylag sok vasszulfát marad bomlatlanul, ami a pörk vizes lúgzásakor az oldatba kerül. A vasszulfát

addig nem okoz különösebb nehézséget, amíg csak a rezet akarjuk az oldatból (cementálással) kinyerni. A cink kinyerésekor azonban már károsan hat, mert bármilyen módszerrel kívánjuk kivonni a cinket az oldatból, a vasat előzőleg feltétlenül el kell távolítani. Erre a problémára még visszatérünk.

A szulfatizálás egyéb körülményei

Mivel a szulfatizálás oxidáló folyamat, a jól vezetett pörkölés elengedhetetlen feltétele a szulfatizálandó anyagnak érintkezése levegővel. Laboratóriumi kísérleteink során ezt úgy biztosítottuk, hogy a piritpörköt aránylag vékony rétegben (3—5 mm) helyeztük el a doboz alján és így a levegővel való érintkezés teljesen kielégítőnek mondható. Ha a piritpörk rétegvastagságát 15—20 mm fölé növeltük, a szulfatizálás hatásfoka romlani kezdett. Ugyancsak rossz hatásfokú szulfatizálást értünk el, amikor izzítások alkalmával a tégelyeket lefedtük. A félüzemi kísérletekhez forgódobos kemencét használtunk, amit kívülről gázzal fűtöttünk. A dobon sűrített levegőt vezettünk keresztül és a dob forgatása által az anyag állandóan megfelelő oxidáló atmoszférával érintkezett. Azt tapasztaltuk, hogy a levegő átáramlási sebességének bizonyos határon túl való növelésével a szulfatizálás hatásfoka romlott. Ennek oka abban keresendő, hogy a levegő áramlási sebességének növelésével a szulfatizálótér SO_2 koncentrációja csökken. Tehát nemcsak az oxidáló atmoszféra lényeges, hanem a levegőben bizonyos SO_2 koncentráció is. A kéndioxid a piritpörkben levő, még bomlatlanul visszamaradt szulfidok elégéséből származik. Végeredményben ez azt jelenti, hogy a nagyobb kéntartalmú piritpörkök ilyen szempontból kedvezőbbek. A gyakorlatban azonban a pörk kéntartalmának nincs túl nagy jelentősége, mivel szinte valamennyi pörkben több kén van, mint amennyi a réz és cink szulfáttá alakításához feltétlenül szükséges. Egyes kis kéntartalmú pörkökkel, melyekben a réz és cink is nagyobb volt a szokásosnál olyan kísérleteket végeztünk, amelyekben a szulfatizálandó pörkhöz a kéntartalom növelése céljából 2—3% nyers piritet adagoltunk. A nyers pirit bevitele 1—1,5% S növekedést adott. Azt tapasztaltuk, hogy a pirit adagolás kedvező volt, mert mind a rézből, mind a cinkből a kihozatal 5—6%-kal növekedett.

A kénsavgyári eljárás esetleges változásának (fluid pörk) szemmeltartása érdekében folyamatosan vizsgáltuk a Dunai Vasműbe érkező piritpörkök havi átlagmintáinak szulfatizálódását. Különösen a fluidizáló kemencék terjedése miatt fontosak az ilyen vizsgálatok. A rézre rendkívül jó kihozatalt kaptunk, tehát a fluid pörkkel sem kell tartani a módszer használhatatlanságától. A Budapesti Kénsavgyár részben jelenleg is fluidizáló módszerrel dolgozik és a Cu kihozatal emelkedő irányt mutat.

Ha valamennyi budapesti és szolnoki pörkre vonatkozó kísérletünket átlagoljuk, a következő eredményt kapjuk:

Átlagos Cu kihozatal 75,3%
Átlagos Zn kihozatal 45,4%

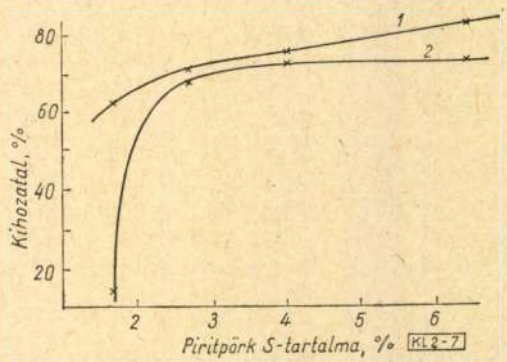
Vizes kioldás után a pörkben visszamaradó Cu-tartalom 0,10—0,20% között, a Zn-tartalom 0,15—0,35% között van.

A szulfátok kioldása következtében a pörk kéntartalma is jelentősen csökkent, ez közel 1,5%. A piritpörk kohászati feldolgozása szempontjából ez a tény feltétlenül kedvező, mert a zsugorított ércbe bevitt kén mennyisége ilyen arányban csökken.

2. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk és dorriszap együttes szulfatizálására

Ezekben a kísérletekben a cink optimális kihozatala volt a cél, ezért a dorriszap szulfatizálását 600 C°-on és 30 percig végeztük.

A kísérleti adatokból megállapítható, hogy a dorriszapban levő cink igen jó hatásfokkal szulfatizálható. A réz oldhatósága nem csökken lényegesen, ha a dorriszap százalékos mennyisége a szulfatizálandó elegyben 4—6%-nál nem több. Ha a dorriszap arányát tovább növeljük, a kioldási százalék mind a rézre, mind a cinkre csökken. Ez teljesen érthető, hiszen a piritpörkben levő kén ebben az esetben már nem elegendő a nagyobb mennyiségben bevitt cink szulfatizálására, mivel hatásfoka nagymértékben függ a piritpörk kéntartalmától. Az összefüggést a *7. ábrán* mutatjuk be.



7. ábra. A réz és cink szulfatizálása a pörk kéntartalmának függvényében
1 = cink, 2 = réz görbe

A kísérleteket négyféle piritpörkkel végeztük, melyeknek S-tartalma 1,69—6,40% között változott. A bekevert dorriszap mennyisége 5%. A kén növekedésével mindkét fém szulfatizálása kedvezően alakult. Amikor kisebb a kéntartalom, akkor elsősorban a stabilabb $ZnSO_4$ képződik, amit egyben a rézkihozatal rohamos csökkenése kísér. A görbékből megállapítható, hogy 3% feletti S-tartalmon a kihozatal a rézből és cinkből is 70% felett van, ami egyáltalán nem nevezhető rossz hatásfoknak. A jelenlegi piritpörkök átlagos S-tartalma 4% körül ingadozik.

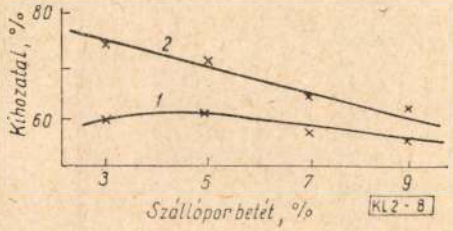
3. Laboratóriumi kísérletek a piritpörk és a nagy Zn-tartalmú frakciók együttes szulfatizálására

Ezeket a kísérleteket is 600 C°-on végeztük.

Az adatokból láthattuk, hogy a dorriszaphoz hasonlóan a szállópor frakciók is eredményesen szulfatizálhatók a piritpörköt tartalmazó elegyben.

Káros hatás nélkül mintegy 5% szállóport használhatunk a pörköléshez. Ennél nagyobb mennyiség már kedvezőtlenül hat a kihozatalra.

A szállópor és dorriszap cinktartalmának kinyerése azért lényeges, mert ezáltal a piritpörkökben levő cink nagy része közvetett úton kinyerhető. Közvetlenül csak kb. 40—50% cink oldható ki a piritpörkből, a korábban említett cinkferrit jelenléte miatt. A nagyolvasztóból kikerülő szállóporban és dorriszapban a cink zömmel cinkoxid alakban van, ami a szulfatizálás szempontjából már kedvező. Lényegében azt is mondhatjuk, hogy a nagyolvasztó a zsugorítmánnyal bevitt cinket szulfatizálhatóvá teszi, s ezáltal a pörkben oldhatatlanul maradt cink sem vész kárba. A *8. ábra* mutatja be a réz és cink kihozatal csökkenését a szállópor betét növelésének függvényében.



8. ábra. A réz és cink kihozatal a szállópor betét függvényében
1 = cink, 2 = rézgörbe

Látható, hogy 5% betétből még elfogadható kihozatali százalékot kapunk. Természetesen a piritpörk S-tartalmának itt is lényeges szerepe van, amit a 7. ábrán a dorriszappal kapcsolatban már kimutattunk. A 8. ábrához felhasznált kísérleti adatokat 2,7% S-tartalmú szolnoki piritpörk felhasználásával kaptuk. Kis S-tartalmú pörkkel szulfatizálásra kerülő elegy kéntartalmát tetszés szerint növelhetjük, ha ahhoz megfelelő mennyiségű nyers piritet keverünk. A nyers pirit kéntartalma 40—50% között változik.

4. Cementálás, Zn-elektrolízis laboratóriumi méretekben

A szulfát vizes kilugzását kétféle módszerrel végeztük :

a) Üvegpohárban, mechanikus keverés közben, hatszoros mennyiségű vízzel

b) Alsó végén elvékonyított üvegcsőben ($\varnothing$ = 50 mm) megfelelő szűrőréteg kialakításával, oszlopos kioldással.

Az utóbbi módszer azért jelentős, mert így rézre és cinkre jóval töményebb oldatot tudtunk biztosítani és akkor külön szűrésről nem kellett gondoskodni. A piritpörk szemcsemérete lehetővé teszi, hogy az oszlopban elhelyezett pörkrétegen felülről oly lassú áramban engedjünk vizet keresztül, ami az oldási viszonyoknak a legjobban megfelel. Ily módon sikerült az oldat $CuSO_4$ koncentrációját 60—80 g/l-re növelni. A $ZnSO_4$ koncentrációja ugyanekkor 30—40 g/l volt.

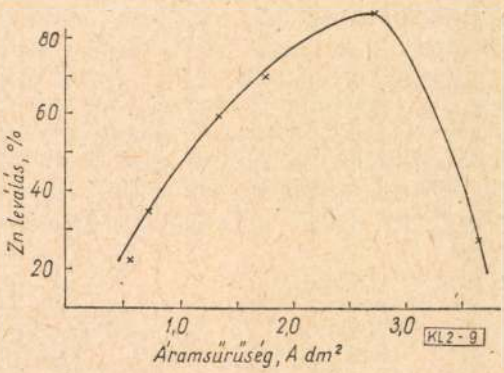
Amikor a szulfatizálásra kerülő elegybe dorriszapot is keverünk, akkor természetesen a $ZnSO_4$ koncentrációja ennél jóval nagyobb is lehet.

A réz cementálásával kapcsolatos kísérleteket főzőpohárban 700 ml oldattal, keveréssel végeztük. A cementáláshoz vasforgácsot, vasrudat és granulált cinket használtunk. A cinkkel való cementálás azért fontos, mert ezáltal az oldat Zn koncentrációja tovább nő, s ekkor feltétlenül érdemes a cink elektrolitikus kinyerésével foglalkozni.

A vasrúddal való cementáláskor az oldat 40 perc múlva gyakorlatilag rézmentes volt. A kinyert cementréz Cu-tartalma 95,0—99,8% között változott. Az oldat keverése következtében a kicementált réz levált a vasrúd felületéről és a pohár alján összegyűlt. Érdekes módon a kristályos rézszulfátból készített tiszta $CuSO_4$ oldat cementálásakor a kicementált réz erősen hozzátapadt a vasrúd felületéhez és így a felület nem tudott megújulni a további cementáláshoz. Kimutattuk, hogy az említett jelenség az oldatban szennyezésként levő vas(II)-szulfát katalizáló hatásának tudható be. A tiszta $CuSO_4$ oldathoz kevés $FeSO_4$ oldatot adagolva a kicementált réz ugyanúgy lepergett a cementáló felületről, mint a piritpörk kilúgozásából származó oldatból.

A cink kinyerésére irányuló kísérletek

A cementálás után visszamaradt oldat cinktartalmának kinyerése céljából többféle módszert próbáltunk ki. (Cinkoxidos lecsapás, mésztejes leválasztás, karbonát alakban való leválasztás, kristályosítás stb.) de véleményünk szerint az elektrolitikus módszer a leginkább célravezető eljárás. A következőkben az elektrolízisre vonatkozó kísérleteinket ismertetjük röviden. Az elektrolízishez használt katódot alumínium lemezből, az anódot pedig ólomból készítettük. Ha a szulfatizálást 600 C°-on végezzük és hulladékcink végzi a réz cementálását, akkor a cinkre feldolgozandó oldat csak nagyon kevés vasat tartalmaz és így az elektrolízis az oldat tisztítása nélkül, közvetlenül elvégezhető. Ilyen oldatokkal végzett elektrolizáló kísérletek adatait a *9. ábrán* ábrázoltuk.



9. ábra. Az elektrolízis hatásfokának és az áramsűrűségnek függvénye

Az ábra alapján optimális áramsűrűségnek 2,6 A/dm² adódik. Tiszta kénsavat tartalmazó cinkszulfát oldat elektrolízisekor 2,4 A/dm²-es optimumot kaptunk, ami aránylag jól egyezik az előző adattal. A kénsav koncentrációja 92 g/l, a $ZnSO_4$ koncentráció pedig 132 g/l volt. Az elekt-

rolízist mindenkor annyi ideig folytattuk, amíg az oldatban levő cinknek megfelelő elméleti Aó árammennyiség haladt át. A legkedvezőbb körüli áramsűrűségeken a cink összefüggő rétegben vált le, s a katódról könnyen le tudtuk fejteni. Olyan oldatokban, amelyeknek vastartalma a néhány g/l töménységet meghaladja, a vasat előzőleg el kell távolítani, mivel a vas jelenléte károsan hat a cink leválasztására. Nagy vastartalmú oldatokból a cink egyáltalán le sem válik. A vas eltávolítására legcélszerűbb levegőt átbuborékoltatni az oldaton, miközben a vas oxidálódik és hidroxid alakban leválasztható. Ez a módszer általában rendkívül hosszadalmas, több napig tartó buborékoltatás szükséges a vas megfelelő mértékű eltávolításához. Az oxidáció meggyorsítása céljából technikai minőségű mangándioxidot adtunk az oldathoz, ami feloldódik és gyorsabban oxidálja a vasat.

Mangándioxiddal 10—14 órai buborékoltatás után már csak nyomokban tudtunk az oldatban vasat kimutatni. A mangándioxid az oxidálás után Mn(II)-vé alakul és megfelelő anódikus áramsűrűségen a cink leválasztásával egy időben az anódon MnO_2 alakban leválasztható. Az elektrolitikus úton nyert MnO_2 nagy tisztaságú, különösen a szárazelem gyártáshoz igen értékes anyag.

Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a cementlé megfelelő tisztítása után a cink elektrolitikus úton kb. 75—80%-os áramkihasználás mellett alumínium katódra leválasztható.

5. Félüzemi jellegű kísérletek

Házilag készített kb. 80 liter űrtartalmú forgódobos kemencében végeztünk szulfatizálási kísérleteket. A hengert a gázelvezető cső végére erősített kerék segítségével kézzel forgattuk. A fűtést hosszanti irányban perforált vascső segítségével, kamragáz szolgáltatta. Ugyanilyen csövön vezettük be az égetőtérbe az égéshez szükséges levegőt. A gázégőként szolgáló perforált csövet a forgóhenger alá helyeztük. A forgódobot egy vaslemezből készült külső köpennyel vettük körül, amit belülről a hőszigetelés biztosítása céljából azbeszt lappal borítottunk. A dob belsejébe sűrített levegőt vezettünk a szulfatizálás elősegítése érdekében. A *2. táblázatban* a rézteleníté sre néhány, a legkedvezőbbhöz közel eső viszonyok között végzett pörkölés eredményét közöljük. Megemlítjük még, hogy ebben a forgódobos kemencében összesen kb. 600 kg anyagot szulfatizáltunk, melynek a kilúgozási kísérleteit 350 literes tartályokban vízzel ugyancsak elvégeztük.

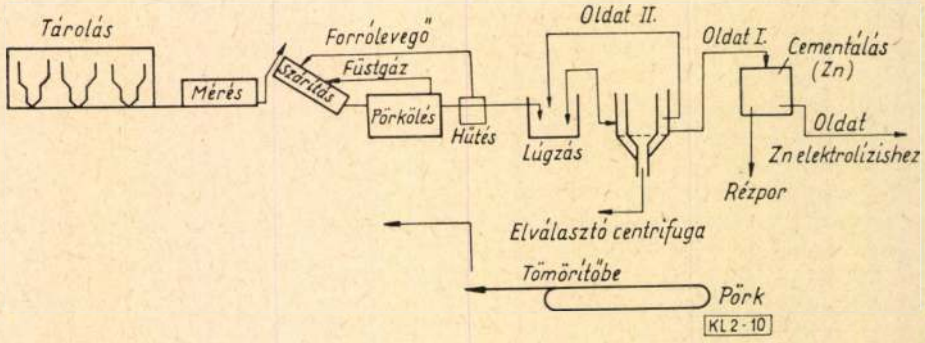
2. táblázat

Piritpörk réztelenítése szulfatizálással, a piritpörk mennyisége kísérletenként 30 kg

	S	Cu	500 C°-os izzítás után Cu kiold.
	%		
Budapesti piritpörk			
1.	2,78	0,67	77,6
2.	2,78	0,67	77,6
3.	2,78	0,67	77,6
4.	1,71	0,66	78,8
5.	4,16	0,67	59,4
6.	4,16	0,67	65,6
Szolnoki piritpörk			
7.	2,99	0,52	63,4
8.	2,99	0,52	73,1
9.	2,99	0,52	69,2
10.	2,99	0,52	69,2
Jugoszláv piritpörk			
11.	1,68	0,88	90,8

Megemlítjük még azt a lúgzási kísérletet, amelyet a Dunai Vasmű egyik betonmedencéjében jugoszláv piritpörkkel végeztünk. A jugoszláv pörk nyers állapotban is aránylag jól lúgozható, ezért szulfatizáló pörkölést nem kellett végezni. A medence alján darabos mészkőből és granulált salakból szűrőréteget (70 cm) alakítottunk ki. Alul helyeztük el a mészkövet, felette volt a salak és legfelül a piritpörk. A kísérlethez 130 tonna piritpörköt használtunk fel. A medencét felülről ipari vízzel árasztottuk el. A víz áthaladva a piritpörkön, kioldotta annak rézszulfát tartalmát és a szűrőrétegen megtisztulva a medence alján levő elvezető csövön keresztül folyt ki a medencéből. A cementlé átlagos $CuSO_4$-tartalma 40 g/l körül volt, átlagos kifolyási sebessége pedig 120 l/perc. A víz kb. 1 napig folyt keresztül a piritpörk rétegen. A felhasznált pörk Cu-tartalma 0,91, cink-tartalma 0,70% volt.

A lúgzás utáni maradék elemzési adatai: Cu = 0,27, Zn = 0,36%.



10. ábra. A javasolt cink- és rézkinyerés üzemi folyamatábrája

A réz kioldási százaléka = 70,4, illetve a cinké = 48,6%.

A medencéből eltávozó oldatot nem fogtuk fel, mert berendezés hiányában ilyen nagy mennyiségű oldatot nem tudtunk feldolgozni.

Nagyüzemi eljárás alapjai

Az eddigi vizsgálatok alapján célszerűnek látszik a közöltek szerint egy nagyüzemi eljárás körvonalait leírni. Figyelembe véve az összes körülményeket, évi kb. 200 000 t pörk feldolgozása volna az első lépcsőben gazdaságos. Ez a mennyiség számottevő mind a kohászatilag felhasználható ércpótlás, mind pedig a kinyerhető réz és cink mennyiség szempontjából.

A laboratóriumi kísérletek alapján a megvalósítandó nagyüzemi eljárás öt főrészre oszlik: pörkölés, kioldás, szűrés, cementálás, elektrolízis.

Ezekhez a fő fázisokhoz természetesen több kisérő folyamat csatlakozik. Általában az elvi sémát a *10. ábra* szemlélteti.

Az üzemet teljesen folyamatosra, nagyfokú automatikával lehet tervezni és kivitelezni.

A laboratóriumi kísérletek, továbbá a nagyobb méretű vizsgálatok alapján a körülmények pontosabb tisztázására célszerű lenne egy nagyobb, kb. napi 1 t kapacitású kísérleti üzemet építeni. Ehhez nem volna szükség tökéletes gépesítésre és automatizálásra, de megmutatná a lehetőségeket. Az esetleges nehézségek ilyen méretekben már biztosan mutatkoznának a laboratóriumi viszonyokhoz képest.

Műszaki és gazdasági hírek

Malayában a főváros közelében **Petaling Jaya** elővárosban a kanadai Alcan cég 1963. év szept. 25-én egy *alumínium hengerművet* helyezett üzembe. Az új hengermű évi 1800 t lemezgyártó kapacitású. Azt remélik, hogy a malayai kaucsuktermelés az alumínium-lemez nagy fogyasztója lesz, továbbá, hogy az építkezéshez a trópusi viszonyok között hullámlemezből nagy lesz a szükséglet. A szükséges nyerstömböt Kanadából fogják szállítani.
Metall 1963. 11. sz.

*

Jugoszláviában a **Valjaonica Bakra Sevojno**-i *fémhengermű* és *sajtoló gyárban* egy újabb 2500 t-ás rúdprést és egy reverzáló kvartó hengersort épít színesfém lemezek és szalagok hengerlésére.
Metall 1963. 11. sz.

*

Düsseldorfban egy érdekes kísérletet végeztek, az úttestet *alumínium daráival* terítették le. A világos színű úttesten az autóvezetők hamarabb veszik észre a váratlanul felbukkanó akadályokat. Többféle anyaggal kísérleteztek, a legjobb eredményt eddig az alumínium dararéteg biztosította. A kísérleti úttest 300 m²-nyi volt.
Metall 1963. 11. sz.

*

Indiában a **Lahaul** és **Spiti** vidéken elterülő hegyekben gazdag *rézérctelepet* fedeztek fel.
Metall 1963. 11. sz.

*

Az **NSZK**-ban 1962-ben *a fémöntvény fogyasztás* eloszlása fogyasztók szerint százalékban

	Alumínium és ötvözetei	Magnézium és ötvözetei	Réz és ötvözetei	Cink és ötvözetei
Közlekedési eszköz	53,2	92,8	16,0	67,4
(ebből közúti jármű)	(48,8)	(92,5)	(3,1)	(53,2)
Gépgyártás	20,1	4,2	51,6	4,8
(ebből vegyipar, élelmiszeripar, mezőgazdaság)	(2,9)	(0,2)	(3,9)	(0,5)
Műszer, optika	2,6	0,8	2,8	1,7
Villamosság	15,3	1,6	5,7	5,9
Építészet, művészet	3,3	0,0	5,8	2,2
Háztartási cikk	1,9	0,1	0,3	5,1
Egyéb fémtárgy	3,6	0,5	17,8	12,9

Alumínium 1963. 11. sz.

*

Az **NSZK**-ban a Kaiser Alumínium Művek koblenzi gyárában egy *új kvartó hengerművet* állítanak fel *alumínium* hideg hengerlésére. A hengerek mérete 400—1100 mm ∅ és 1850 mm testhossz. A hengerelt szalagok szélessége 1700 mm lesz, vastagságuk pedig 0,2 mm-nél vastagabb. Az állvány előfeszített szerkezetű lesz.
Alumínium 1963. 11. sz.

*

Egyiptomban egy 40 000 t kapacitású *alumíniumoxidgyárat* és egy 20 000 t kapacitású *alumíniumkohót* akarnak építeni. Az egyiptomi kormány Japánhoz, az USA-hoz és Kanadához fordult műszaki tanácsadásért. Az áramot az assuáni erőműből szándékoznak venni.
Alumínium 1963. 11. sz.

*

Az **indonéziai** kormány egy 20 000 t kapacitású *alumíniumkohót* szándékozik építeni az Asahan-i erőműre és a Bintan-i bauxitelőfordulásra támaszkodva. Mind a kohót, mind az erőművet a Szovjetunió fogja építeni.
Alumínium 1963. 11. sz.

*

Ausztriában a Benda-Lutz-művek **Traismauerben** a *fémpor* gyárát bővítette. A gyár programjába aranybronzpor- és paszta, alumíniumpor és -paszta, alumíniumpor műszaki célokra, alumíniumdara, elektrolitrézpor, cink- és ónpor tartozik. 1962-ben a felsorolt cikkekből kb. 1000 t-t gyártott.
Alumínium 1963. 11. sz.

*

Magyarországon Halimba körzetében nagy *bauxitelőfordulást* találtak. Az érc 40 m-re van a föld színe alatt s az átlagos vastagság 12 méter.
Alumínium 1963. 11. sz.

*

A **Montánunió** államaiban a *folyékonyacéltermelés* 1000 t-ban

	1952	1960	1961	1962
Belgium	5 170	7 181	7 002	7 347
Franciaország	10 867	17 300	17 577	17 234
Hollandia	693	1 942	1 970	2 087
Luxemburg	3 002	4 084	4 113	4 010
NSZK	18 629	34 100	33 458	32 563
Olaszország	3 535	8 229	9 124	9 488

St. u. E. 1963. 23. sz.

Szilikotermikus magnéziumszínítő-kemencék és üzemük

SZULYOVSZKY ANDOR tud. kutató (Fémkut),* BAUMANN SÁNDOR tervező (Alterv)

DK 66.042 : 669.721

Az apci Fémtermia Vállalatban 1958-ban üzembe helyezett évi 100 t kapacitásra tervezett kísérleti kohó mérlegét kívánjuk megvonni, amikor is a tervezéskor kitűzött üzemi célkitűzéseket összehasonlítjuk a kísérleti kohó üzemében elért eredményekkel.

A tervezés célkitűzése szerint olyan szerkezetű és teljesítményű szilikotermikus magnéziumszínítő kemencét kellett kialakítani, mely — a kísérleti üzem során esetleg felmerülő módosításokkal — alkalmas lesz arra, hogy később a nagy kapacitású gyár gazdaságos termelő egysége legyen. A kemence gazdaságosságát elsősorban energiafogyasztása határozza meg, mely két részből tevődik össze: az endotermás színítési reakció hőszükségletéből és az energiaveszteségből. Az előbbi a redukciós folyamat kémiai és termodinamikai törvényeivel adott, az utóbbi pedig — többek között — a színítési idővel és a kemence hőleadó felületével arányos. A magnézium színítő kemence tervezésekor tehát egyrészt a hőleadó felület kedvező kialakítására, másrészt az időtényezők csökkentésére kellett törekednünk.

A kemence külső hőleadó felületnagyságának csökkentésére két ellentétes kívánalom között kell kompromisszumot keresni. A hőveszteség csökkentése szempontjából e felületnek kicsinek kell lennie, a kemence munkaterében levő adag hőátvevő felületének növelése érdekében viszont a kemence belső térfogatát — s ezzel külső felületét is — növelni vagyunk kénytelenek. Az optimális viszonyokat akkor kapjuk, ha sikerül az adag hőfelvevő felületét — és ezzel a hőbevitel sebességét — anélkül növelni, hogy a kemence belső térfogatát és felületét is szükségtelenül megnövelnénk.

A kemence-tervezés feladata tehát a színítő kemence olyan szerkezeti kialakítása, hogy a kemencét kiszolgáló alább felsorolt műveletek a lehető legrövidebb idő alatt elvégezhetők legyenek és ezalatt a kemence hőveszteségе a lehető legkisebb legyen.

A továbbiakban a gazdaságosság szempontjából vizsgáljuk az ismert kemence szerkezeteket és elemezzük a színítőkemence általunk választott forgódobos megoldását. Az összehasonlítást magával a színítéssel kezdjük, majd a meddő részidőket tárgyaljuk az alábbi sorrendben:

Színítés; adagolás és salakolás; színítési nyomás elérése; kondenzátor csere.

1. Színítés

Az ipari gyakorlatban ismert kemencék színítési ciklus-ideje nagyon széles határok (4—48 óra) között változik. Ez a tény is arra utal, hogy a kemence-tervezők részben alábecsülték a ciklusidő jelentőségét, részben pedig a feladat megoldása — akár a törvényszerűségek félreismerése, vagy fel nem ismerése, akár a megoldás bonyolultsága miatt — nem járt mindig sikerrel.

Ipari gyártásban, tehát ha nagy tömegben hajtják végre a redukciót, a redukciósebesség az adagba való hőbevitel sebességének függvénye [1].

A szilikotermikus eljárás elegye rossz hővezető, ezért a színítendő adagnak a redukció hőmérsékletére való felmelegítése, azaz a reakcióhoz szükséges hőmennyiségek gyors bevitele az adagba nem könnyű feladat. A színítő kemencével szemben támasztott legfőbb követelmény tehát, a megfelelő színítési sebesség elérése, ami a tervezés legfontosabb problémája. Ennek megoldására különböző lehetőségek kínálkoznak, melyeknek rövid ismertetése kapcsán megemlítjük a jellegzetes típusokat:

1.1 Nagy hőfelvevő felület biztosítása az adag nak vékony rétegben való elhelyezése által. Ilyenek: A Bagley-kemence [2]. A lengyel kemence [3]. Német szabadalom szerinti kemence (ahol a keskeny részek oldalfelületeinél vannak a fűtőtestek) [4].

E kemencék előnye az egyszerűség, hátrányuk a fajlagosan nagy munkatér.

1.2 A villamosenergiának hőenergiává való átalakítása az adag villamos ellenállásának felhasználásával. Ennek két alaptípusa ismert.

A folyékony adaggal dolgozó Beaufort-kemence [5], [7].

A szilárd eleggyel működő Brettschneider-féle kemence [6].

Ezekben a kemence-típusokban a gyors hőbevitel legjobban megoldott, mert a Joule-hő magában az adagban képződik.

1.3 Az adag hőfelvétele a brikett forgatása közben lefolyó konvekciós hőátadás útján.

Ezt a lehetőséget használják fel a forgódobos kemencékben [8].

E kemencékben rövid redukciós idő és kis fajlagos energia felhasználás érhető el. A munkatér kihasználása közepes, mert a töltésfok csak mintegy 30%-os lehet. Hátránya az aránylag bonyolult szerkezet.

1.4 Fokozatos, felületi salakleolvasztással szabaddá tett rétegenkénti redukció.

Ezen az elven működik a Caregorodcev-féle kemence [9].

1.5 Hőbevitel regenerátorelven.

Ez a Coriolis-kemence néven ismert megoldás [10].

A hőbevitel sebességének növelését az ismertetett alapelveken működő kemencék több-kevesebb sikerrel valósítják meg. A gazdaságos gyártás kritériumait Cselcov és Caregorodcev a következőkben határozták meg [12].

Fajlagos adagsúly max. 7 kg/kg Mg.

Fajlagos energiafogyasztás max. 15 kWh/kg Mg.

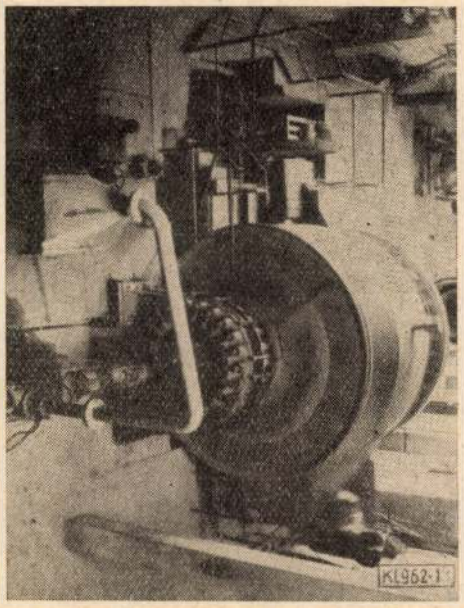
* A szerző a tervezéskor és a kísérletek végzésekor a Fémkut munkatársa volt.

Fémkihozatal min. 85% (kristályra vonatkoztatva).

Ezeket a feltételeket már 1953 és 1955 között a Fémipari Kutató Intézetben kisüzemi méretű forgókemencével végzett kísérleteink eredményei kielégítették. Itt a fajlagos energiafogyasztás 15 kWh/kg Mg fémkihozatal, mely 90% volt [8].

Ezekkel a kísérletekkel tapasztalatokat szereztünk a kemence üzemi viszonyairól és megvizsgáltuk az egyes szerkezeti megoldások üzemi alkalmasságát is. A kielégítő eredmények, valamint az I. G. Farben Industrie hasonló, 500 kg-os adagra készült kemencéjével nyert üzemi adatok ismeretében [11] döntöttünk a forgódobos kemencetípusnak hazai üzemi méretű kikísérletezésére.

Az Alumíniumipari Tervező Intézetben megindított tervezés alapjául tehát a FÉMKUT-ban kisüzemi méretekben kikísérletezett kemence szolgált. Az apci Fémtermia Vállalatban üzembe helyezett kemence (*1. ábra*) a forgódobos megoldáshoz fűzött reményeket nagyrészt beváltotta.



1. ábra. Kísérleti forgódobos kemence, az árambevezetés oldaláról nézve

A kemence hosszmetszetét a *2. ábra* ábrázolja.

A munkatér megközelítően gömb alakja biztosítja a legnagyobb hasznos térfogatra a legkisebb külső hőleadó felületet. A 20 mm-es acélköpenyen belül azbesztszigetelés után háromrétegű (termalit-samott-magnezit) tűzálló falazat biztosítja a kellő hőszigetelést. A kemence forgástengelyében elhelyezett és perforált csőnek kiképzett műszén (grafit) elektróda a kép baloldali részén ábrázolt egyfázisú váltóáramú 3 V-os fokozatban szabályozható és max. 80 V feszültségű sínrendszerről kapja az elektromos betáplálást. Az áram bevezetést az álló rendszer körsín-nyalábjáról rugós rézkefék biztosítják. A fázisvezeték a kemencetesttől elektromosan elszigetelt és vízzel hűtött árambevezető tüskéhez csatlakozik. Az áramkört a fűtő elektróda után 3 db., sugárirányban elhelyezett és ugyancsak hűtött áramátvezető tüskén keresztül a kemenceköpeny zárja, minthogy a földpotenciálon levő vezeték a kemencetesthez van bekötve. Az adagoló és ürítő nyílás az ábrán lefelé fordított helyzetben látható. A kettős köpenyű kondenzátor a forgástengelyben, az elektróda jobb oldali végén van elhelyezve, mely csak a nyakrészen hőszigetelt, és így a kemencetér hidegpontját képezve, a vákuum szívócsonk elhelyezésével is irányított magnéziumgőz az elektróda fúratán keresztül ide áramlik és lecsapódik. A kemenceköpenyre bordákkal felerősített futógyűrűk, baloldalon két szabadonfutó, jobboldalt pedig két hajtott görgőre támaszkodnak, melyekről csupán súrlódó kapcsolattal veszik át a forgatást. Az árambevezetésnél, a kondenzátornál, az áramvezető tüskéknél és az adagoló nyílásnál a záróelemek vákuumtöltéssel ellátott vízhűtésű peremekre vannak felcsavarozva.

A tervezésnek sokrétű komplex feladatot kellett megoldani a forgókemencére vitt elektromos-, vákuum- és vízvezeték csatlakozásokkal, nagy hőmérsékletnek kitett szerkezeti elemek kialakításával és a megfelelő anyag kiválasztásával a hőszigetelési és kohászati problémák, valamint az üzemi kezelés szempontjainak figyelembevételével.

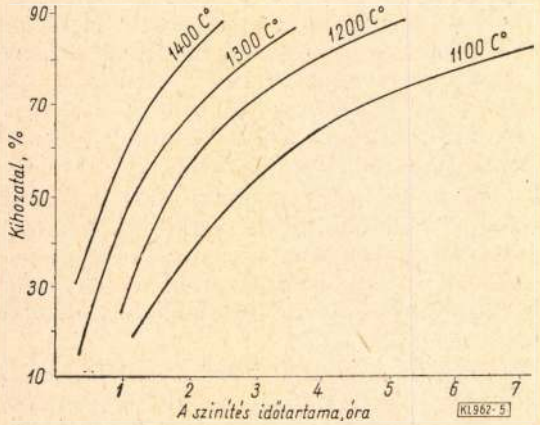
A víz- és vákuumrendszert a *3. ábra*, ezeknek tömszelencés csatlakozását a forgókemencére a *4. ábra* szemlélteti.

A tömszelence a kemence forgástengelyében van elhelyezve. A kemencén kétfelé ágazó (forgó vákuum csővezeték) hengeres szakaszát koaxiális hengerköpeny veszi körül. Az így kialakított hengergyűrű alakú tér hosszirányú bordákkal két félhengergyűrűre van osztva, melyek közül az ábrán éppen felső helyzetben levő félhengergyűrűhöz csatlakozik a kemence hűtendő helyeihez vezető hidegvízcső és az alsóhoz a hűtött helyekről jövő felmelegedett vízet szállító melegvízcső. E kettős köpenyű forgó csőszakaszt (az ábra közepén), egy ugyancsak koaxiális nagyobb átmérőjű álló zárt cső veszi körül, mely viszont egy körgyűrű alakú válaszfallal keresztirányban van két hengergyűrű alakú térre osztva. Ezek közül a jobb oldali elzáró- és szabályozó-szelepen keresztül, hajlékony gumitömlővel a hálózati hűtővízrendszerhez csatlakozik, a bal oldali pedig a melegvíz elvezető csatornához. A kemencével együtt forgó (félhengergyűrű alakú) vízterek külső köpenye a megfelelő, álló hengerköpeny felében van áttörve és így a vezetékek csatlakozása forgás közben is minden helyzetben biztosított. A vákuum vezeték tömszelencéi (az ábra bal oldalán) álló olajtérben foglalnak helyet. A vákuum, illetve az olaj tömítését balról a tömszelencék szolgálják. A tömszelencék a vízteret mindkét oldalról tömítik. Az egész tömszelence-rendszer egy csuklópont körül billenthető lapra van ágyazva, mely a kocsira szerelt magasságállító szerkezettel együtt a kemence forgástengelyébe való feszülésmentes beállást teszi lehetővé.

A kemence főbb műszaki adatai:

Villamos teljesítmény: 600 kVA, üzemi feszültség: 15—80 V, max. üzemi áramerősség: 16—20 000 A, kemence fordulatszám: 0,2—0,05/perc, egyszeri adagsúly: 1000—1200 kg.

A színítés időtartamának számítását abból a kísérletekkel igazolt alapgondolatból kiindulva végeztük, mely szerint a nagy tömegben végzett színítéskor, tehát az ipari magnézium előállításakor a redukciósebesség az adagba való hőbevitel sebességének függvénye. Az adaggal közölt hőmennyiségnek egy része a színítési nyomás elérése után a redukálás hőigényét fedezi, a másik része az adag hőmérsékletét emeli. A különböző hőmérsékleten elméletileg szükséges színítési időket számítással meg lehet határozni. Diagramban ábrázolva a színítési időket *(5. ábra)*, közvetlenül



5. ábra. Színítés időtartama, különböző hőmérsékleten

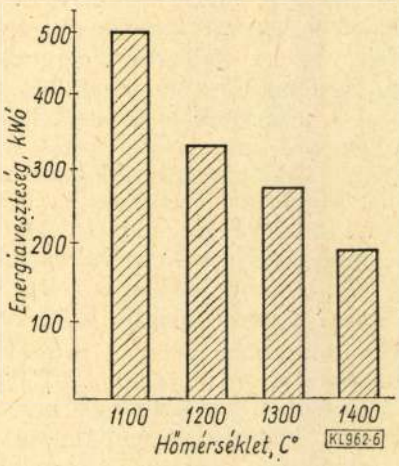
látható a nagy hőmérsékletnek a színítés időtartamára gyakorolt kedvező hatása. Így megállapítható, hogy 1400 C° hőmérsékleten a szilárd alakban redukáló szilikotermikus eljárással igen rövid színítési időt lehet elvileg elérni. Ismeretes azonban, hogy ezen a hőfokon az előírt összetételtől való legkisebb eltérés már az adag tésztásodását, megömlését okozhatja, ami a salaknak a kemencefalra való rásülését és egyéb üzemzavarokat idézhet elő. Forgódobos üzemre tehát ideális hőmérsékletnek az 1300 C° körüli hőmérsékletet tekinthetjük. A tervezés során végzett számítások szerint a kemence falazatán keresztül a hőveszteség — a szóba jöhető hőmérsékleti határok között — az *1. táblázatból* látható.

A számításkor sima kemenceköpenyt vettünk alapul, figyelmen kívül hagytuk a kemencén levő bordák, peremek, csövek és egyéb hőleadó felületnövelő szerelvények hatását. Ezeket a számított falveszteség kb. 50%-ára becsülve, az óránkénti energiaveszteség az 1. táblázat *4.* rovata szerint alakul. Az energiaveszteséget 75%-os kihozatalkor, a különböző hőmérsékleten végzett (tehát különböző időtartamú) színítésekre a *6. ábra* mutatja.

1. táblázat

A kemence falán távozó hő

A kemence belső hőmérséklete, C°	Hőveszteség a palláston keresztül		
	sima köpeny		teljes felület
	kcal/h	kW	
1.	2.	3.	4.
1400	65 600	76,5	115,0
1300	61 500	71,5	107,0
1200	56 000	65,0	97,5
1100	51 000	59,2	89,0



6. ábra. Energiaveszteség különböző színítési hőmérsékleten, 75%-os kihozatalkor

Az ábrából jól látható a színítési idő befolyása az ugyanannyi kondenzátum színítésekor fellépő energiaveszteségre, vagyis a fajlagos energia fogyasztásra. Ez szolgál tehát magyarázatul egyes nagy (pl. 30—40 óra) színítési idővel dolgozó kemencék aránytalanul nagy fajlagos energiafogyasztására. A színítés energiaszükséglete elméletileg 4,5 kWó/kg Mg. Figyelembe véve a különböző színítési hőmérsékleten előálló energiaveszteségeket és az azokhoz tartozó színítési időket, valamint 75%-os kihozatalkor 1000 kg elegyből nyerhető 150 kg Mg-kristálymennyiséget, megállapítható a kemence villamos teljesítménye. Ennek alakulását a *2. táblázat* és a 7. ábra szemlélteti.

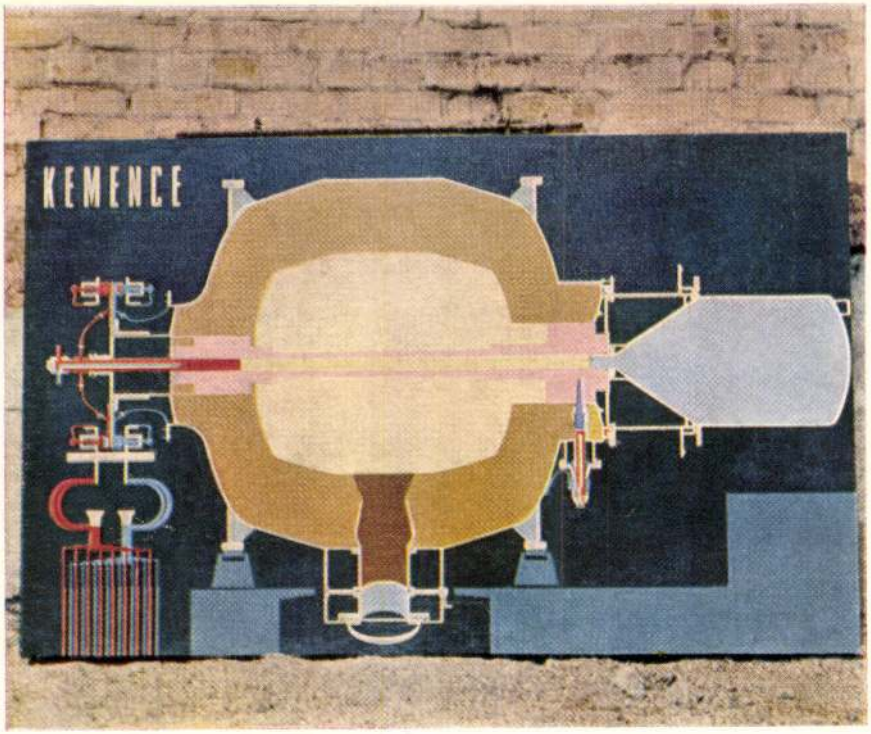
2. táblázat

A teljesítmény a színítési hőmérséklet függvényében

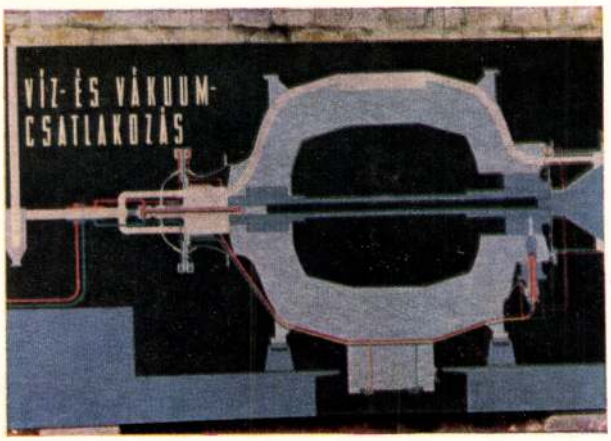
Színítési hőm., C°	Színítési idő 150 kg kristály termeléséhez, óra	Színítési energ. + + veszteség, kWó/150 kg Mg-kristály	Teljesítmény, kW
1400	1,66	865	520
1300	2,55	945	370
1200	3,30	1000	303
1100	5,35	1150	215

A kísérleti kohó kezdeti üzemi időszakában különféle üzemszervezési nehézségek, továbbá a kemence egyes mechanikai és villamos zavarai miatt rendszeresen csak 1100—1150 C° körüli hőmérsékleten végzett színítésről tudtunk adatokat szerezni. A tervezéskor végzett számításaink szerint 75%-os kihozatalt ezen a hőmérsékleten 5,35 óra alatt kell elérni. Ezzel szemben az üzemben a színítési idő 5,5—7,5 óra között változott, ennek megfelelően a kihozatal is általában jobb volt 75%-nál.

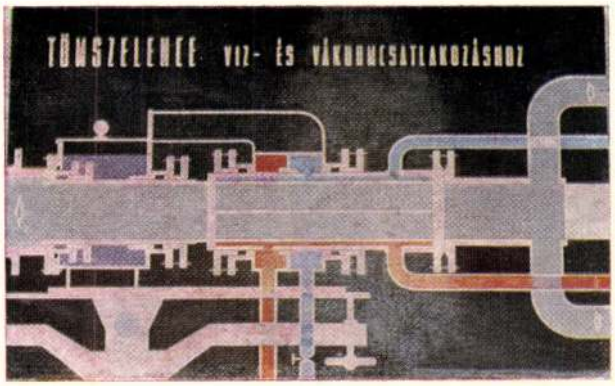
Megállapítható tehát, hogy a színítési idő meghatározására a tervezéskor használt számítási módszerünk a gyakorlat által igazolt eredményeket



2. ábra. A forgódobos kemence hosszmetszete



3. ábra. A forgódobos kemence hűtővíz és vákuum rendszere



4. ábra. A hűtővíz és vákuumvezetékek csatlakozása a forgókemencéhez (A 3. ábra T részletének kinagyítása)

szolgáltatott. Ennélfogva — bár nagyobb hőmérsékleten kielégítően ellenőrzött színítéseket ebben a kezdeti időszakban nem végeztünk — a kisebb hőmérsékleten szerzett üzemi eredményeket számításaink alapján extrapolálva feltételezhetjük, hogy — mivel a színítési sebességet befolyásoló egyéb tényezők változatlanok — a tervezéskor figyelembe vett színítési sebességek és idők a gyakorlatban elérhetők.

2. Adagolás és salakolás

A színítés befejezése után a salakot a kemencéből el kell távolítani és helyébe új adagot kell juttatni, tehát salakolni és adagolni kell. Az ipari gyakorlatban erre az időszakra az ismert kemencékben a vákuumot meg kell szüntetni. A salakolás és adagolás műveletének veszélymentes elvégzésére két módszer szokásos, míg az általunk tervezett színítőkemencében az adagolást és ürítést egy harmadik, újszerű módon oldottuk meg:

2.1 A kemencét a színítési hőmérsékletnél lényegesen kisebb hőmérsékletre lehűtik, amelyen a kemence fűtőelemét és a kondenzátorban összegyűlt, nagy aktív felületű fémkristályt — a beáramló levegő hatására — nagymértékű oxidáció veszélye már nem fenyegeti.

2.2 A kemencét védőgázzal, általában hidrogénnel telítik, a levegő benyomulását és ezzel az oxidációt megakadályozzák.

2.3 Mi az adagoló- és ürítőnyílást megfelelő zsilipelő berendezéssel láttuk el, melynek segítségével az adagot (illetve a salakot) az atmoszférikus térből a kemence vákuumterébe juttatjuk (illetőleg fordítva), anélkül, hogy a kemencében a vákuumot megszüntetnénk.

Az általunk használt zsilipelő eljárásnak előnyei:

2.31 Elmarad a kemence lehűtésével és felfűtésével járó energiaveszteség.

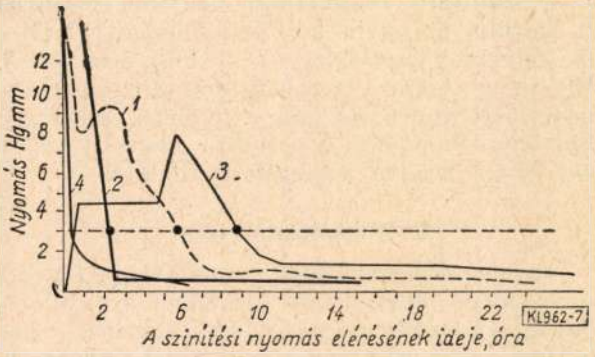
2.32 A lehűlés és felfűtés idejének megtakarításával nő a kemence termelékenysége.

2.33 Védőgáz használatával szemben előnyös, mert megszűnik a robbanásveszély.

2.34 Megfelelő légzáró adagolótartály építhető, mellyel az elegy már az adagolás előtt vákuumban kezelhető, ezáltal az eleggyel lényegesen kevesebb gázt és gázfejlesztő anyagot viszünk a kemencébe, tehát a színítési nyomás elérésének ideje (később 3. pontban) minimumra csökkenthető. A kísérleti kohóban az adagolás a tervezett 0,25 órával szemben 0,16—0,67 óra volt. A tapasztalat azt mutatja, hogy a tervezett idők betarthatók, sőt a műveletek még rövidebb idő alatt is elvégezhetők.

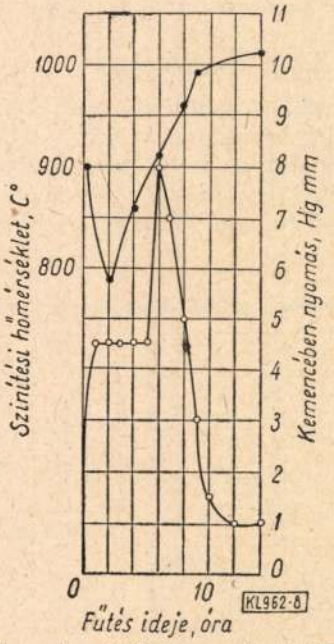
3. Színítési nyomás elérése

Az elegy adagolásakor — az elegy előkészítés és az adagolás módjától függően — különböző mennyiségű gáz és gázképző anyag kerül a redukciós térbe. Ez lehet levegő, mely adagoláskor kitölti a redukciós teret vagy a brikettek szemcséi között (kötött vagy szabad alakban) maradó nedvesség, melyet a higroszkópikus elegy — előkészítés vagy tárolás közben — felvesz, vagy a tökéletlen kalcinálástól visszamaradó CO_2 stb. Ezek a gázok az adagolás után hosszú időre megakadályozhatják a színítési nyomás elérését, tehát a redukció, azaz a termelés megindulását. Ez az időszak meglehetősen hosszú időt, sokszor az üzemi idő jelentős részére rúghat. A színítési nyomást (1050—1100 C° hőmérsékleten) 3 mm Hg o-nak vettük fel és az ennek eléréséhez (a különböző típusú kemencékben) szükséges időt a 7. *ábrában* ábrázoltuk.



7. ábra. A színítési nyomás elérésének diagramja
1 = VAMI retortás kemence, 2 = VAMI vízszintes retorta, 3 = lengyel Mg-kohó (1953) 600 kg-os adagsúly, 4 = magyar kísérleti kohó 1000 kg-os adag

A tapasztalat azt mutatja, hogy az előzőleg 1200 C°-on *keményített* vagy *edzett* elegy-brikettel lehet leggyorsabban elérni a színítési nyomást, aminek még az is előnye, hogy nem porlik és ezért a gépesített adagolásra jobban megfelel. A kísérleti üzemben 500 C°-ra előmelegített briketteket használtunk, s emellett általában kb. 0,5 óra volt szükséges a színítési nyomás eléréséhez, azonban esetenként sikerült betartani a tervezéskor számba vett 0,25 órát is. Ez az idő keményített vagy előzőleg vákuumban kezelt (2.34 pont) brikett használatával tovább csökkenthető.



8. ábra. A színítési nyomás és felfűtés
• = hőmérséklet, o = nyomás

Mindenesetre már az eddig elért eredményeink is lényegesen jobbak az eddig ismert adatoknál.

A színítési nyomás gyors elérésének előfeltétele ugyancsak a hőbevitel nagy sebessége, vagyis az elegyet 950—1000 C°-ra gyorsan kell felmelegíteni, mely hőmérsékleten a gázok felszabadulása befejeződik. Megfelelő szivattyúteljesítménnyel e gázok a redukciós térből rövid időn belül eltávolíthatók. A vontatott felmelegítés lassú gázképződést okoz és hosszú időre állandósul a színítésre alkalmatlan nagyobb nyomás. Ezt igazolja az egyik külföldi kohóban [3] általunk felvett hőmérséklet és nyomásgörbe is (*8. ábra*), mely szerint a 6 órai fűtéssel elért 900 C°-os hőmérséklet után kezd csak a nyomás csökkenni, majd 950 C°-on eléri a színítési nyomást, mely 1000 C°-tól kezdve lényegében állandó.

4. Kondenzátorcsere

Az ismert kemencékből a redukcióval nyert kondenzátum eltávolítását általában a salakolás és adagolás műveletével egyidejűleg végzik, akár lehűtéses, akár védőgázas módszerrel dolgoznak.

Mi a kondenzátort több egymás után következő adag befogadására méreteztük. A tervezéskor 3 adag színítése után vettünk számításba egy-egy kondenzátorcserét. A kísérleti időszakban 3—6 adagolás után került sor a kondenzátor levételére és ennek megfelelően a kondenzátum súlya 450—900 kg között váltakozott.

A kondenzátor lecserélését (a salakoláshoz és adagoláshoz hasonlóan) a redukciós térben uralkodó vákuum megszüntetése nélkül ugyancsak zsilipelő módszerrel végeztük.

A kondenzátorcserével kapcsolatban szerzett üzemi tapasztalatok, jóllehet azok a berendezés egyes részeinek további javítására és módosítására vezettek, lényegében az alapelgondolás helyességét igazolták és mindenben beváltották a forgókemencéhez fűzött reményeket: a kondenzátorcsere a tervezett 30 perc alatt elvégezhető.

Összefoglaló

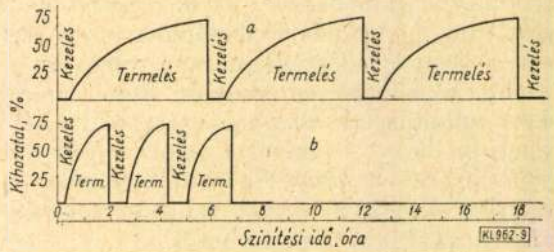
A forgódobos színítőkemence tervezett mutatóit 1000 kg-os adagra és 75%-os (150 kg kristály) kihozatallal a *3. táblázat* tünteti fel.

A színítés lefolyását a 3 adagos termelési ciklusra (1100 és 1400 C° színítési hőmérsékleten)

3. táblázat

Forgódobos színítő-kemence jellemzői

Színítési hőmérséklet C°	Színítési idő, óra	Műveleti idő (színítés + kezelés) óra	Energ. veszt. színítés alatt	Színít. energ. + veszt.	Energ. veszt. kezelés alatt	Összes energia
			kWó/kg Mg			
1400	1,66	2,66	1,27	5,77	0,76	6,53
1300	2,55	3,55	1,78	6,28	0,71	6,99
1200	3,30	4,30	2,16	6,66	0,65	7,31
1100	5,35	6,35	3,16	7,66	0,59	8,25



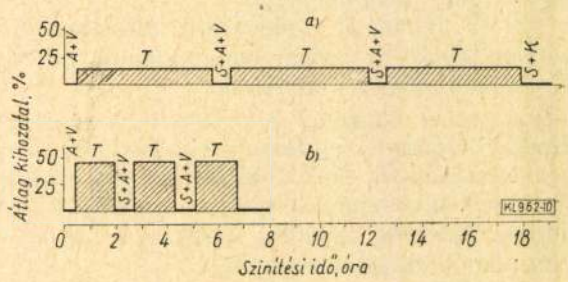
9. ábra. A színítés lefolyása (3. adagos termelési ciklus)

a = színítési hőmérséklet 1100 C°, ciklusidő 19,05 óra, b = színítési hőmérséklet 1400 C°, ciklusidő 7,98 óra

a *9. ábra*, a termelési és kezelési (meddő) idő arányát pedig a *10. ábra* tünteti fel.

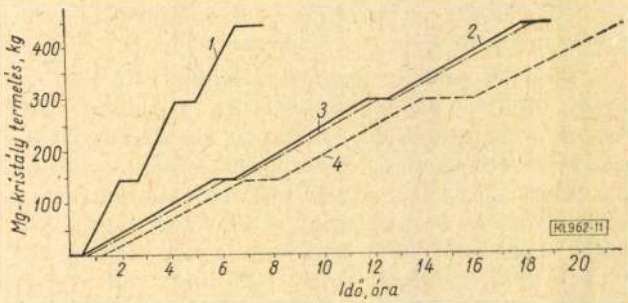
A diagramok jól érzékeltetik a kemence teljesítményének növekedését a színítési hőmérséklet emelése következtében. Az azonos nagyságú kezelési idő a hosszú színítési időből csupán 14,6%, míg a rövid színítési időből a ciklusidő jelentékeny részét (35%) teszi ki. A ciklusidő további rövidítésében tehát a kezelési idő csökkentése nagyobb jelentőséget nyer, ami a műveletek gépesítésével és automatizálásával érhető el.

A *11. ábrában* bemutatjuk a ciklusidő elméleti alakulását 1100 C° és 1400 C° színítési hőmér-



10. ábra. A termelési és kezelési idő

a = színítési hőmérséklet 1100 C°, ciklus idő 19,05 óra, kezelési idő az összes idő 14,6 %-a, átlagos kihozatal 14 %, b = színítési hőmérséklet 1400 C°, ciklus idő 7,98 óra, kezelési idő 35,5 %-a, átlagos kihozatal 45 %, T = termelési idő, A = adagolási idő, S = salakolási idő, V = a színítési nyomás elérésének ideje, K = kondenzátorcsere ideje



11. ábra. Ciklusidő diagram (1000 kg-os betét, 75%-os = 150 kg Mg kristály kihozatal)

1 = színítési hőmérséklet 1400 C°, 2 = színítési hőmérséklet 1100 C°, 3 = a legjobb üzemi részidőkből összeállított elméleti ciklusidő, 4 = ténylegesen elért üzemi eredmény

sékleten, feltüntetve 1100 C°-on a valóságban elért ciklusidőket (szaggatott vonal). A legjobb részidők összeválogatásával elért eredmény (pontvonal) már szinte megegyezik az előre tervezett adatokkal. Az eltérést úgyszólván mindig a kezelési műveletek elhúzódása okozza. Ez a körülmény

is azt igazolja, hogy egyrészt a színítési sebesség meghatározásához alkalmazott számítási eljárás a gyakorlattal jól egyező eredményt szolgáltat, másrészt a ciklusidő rövidítése a kezelés automatizálásával érhető el.

A kísérleti üzem különféle technikai és szervezési zavarokkal küzd és ez erősen zavarja az eredmények pontos kiértékelését. A *4. táblázat*

4. táblázat

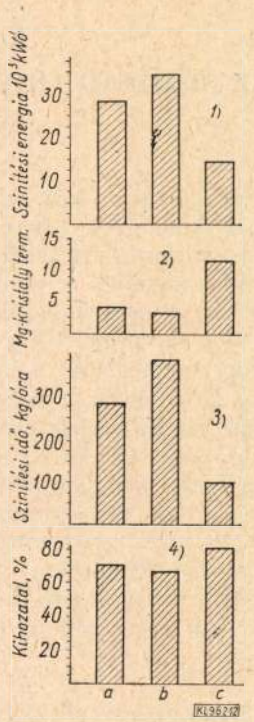
1961. évi 12-es és 13-as sz. adagok színítési adatai

Adag szám	Adagolás	Salakolás	Vákuum elérése	Színítés	Fajlagos energ. fogy. kWó/kg	Mg Ciklusidő óra (3 adag)
	óra					
Számított (1100 C°)	0,25	0,25	0,25	5,35	8,25	19,05
12/1	0,58	0,33	0,75	**5,66**		
12/2	**0,25**	0,41	0,58	**5,75**		
12/3	**0,25**	0,50	1,40	6,16	13,3	22,67
12/4	0,41	0,41	0,83	**5,5**		
13/1	0,33	**0,25**	0,67	7,83		
13/2	**0,16**	0,67	**0,25**	5,92		
13/3	0,41	0,67	0,41	**5,75**	**8,5**	23,33

adatai — melyek az 1961. évi 12. és 13. sz. adagok színítési adatai — jól tükrözik az üzemmenet kiegyensúlyozatlanságát, ugyanakkor azonban rámutatnak az üzem stabilizálásával elérhető eredményekre is. A táblázat **vastagbetűs** adatai az üzemben elért terv szerinti szintet jelzik.

Sorra véve a kísérleti kohóban elért eredményeket, felvetődik a kérdés, hogyan értékelhetők ezek az eredmények a külföldiekkel összevetve? A kérdésre a *12. ábra* összehasonlító adatai adják meg a választ. Ebben feltüntettük a leningrádi Alumínium és Magnéziumipari Kutató Intézet (VAMI) kísérleteinek eredményeit összevetve az apci kísérleti kohóban — az említett intézet szakemberei által tanulmányozott időszakban — elért átlagos eredményekkel.

Elért eredményeink csupán a továbbfejlesztésre váró kezdetilépést jelentik, mégis elmondhatjuk, hogy szakembereink összefogása révén megalapoztuk a magnéziumkohászatban a magyar kemence néven ismertté vált berendezésünk jóhírét.



12. ábra. A forgókemence adatainak összevetése

a = VAMI vashüvely nélküli kemencéjének adatai, b = VAMI vashüvelyes kemencéjének adatai, c = a magyar kísérleti kohó adatai [12]

IRODALOM

[1] *Szulyovszky Andor:* Színítési sebesség a termikus magnézium ipari előállításakor. Fémipari Kutató Intézet Könyvtára.
[2] *Betchermann, L.—Pidgeon, L.:* Canad. Mining Metalurg. Bull. 44 No 475, 730 (1951).
[3] *Jakóby—Szulyovszky—Gerencsér—Tóth:* Jelentés az 1953. évi tanulmányútról (Fémipari Kutató Intézet Könyvtára).
[4] 1071571 sz. német szabadalom.
[5] 282788 sz. svájci szabadalom.
[6] 1023233 sz. német szabadalom.
[7] 961215 sz. német szabadalom.
[8] *Szulyovszky—Czakó:* Fémipari Kutató Intézet közleményei (1956).
[9] *Sztrelec, H. L.* és munkatársai: Metallurgia magnyija, Moszkva, 1960.
[10] *Coriolis, E. Be.:* Trans. A. I. M. E. 182, 93 (1949).
[11] B. I. O. S. Final Report No 1338.
[12] *Caregorodcev:* Cvetnije Metalli, 1961. VIII.

Helytelen — **Helyes**

A $p = 0{,}4$ bázikusságú salak igen erős redukáló *viszonyoknál* sem tudta a kéntelenítést elvégezni. — A $p = 0{,}4$ bázikusságú salak igen erős redukáló **viszonyok között** sem tudta a kéntelenítést elvégezni (vagy: ... sem **tudott kéntelenníteni).** (A mondatban a *-nál* rag németes használatát látjuk, ugyanígy a következő mondatban is.)

A 4. *kísérletnél* 15% CaO-t adagoltunk. — A 4. **kísérlet alatt,** (vagy: során, közben, folyamán, esetleg kísérletkor) 15% CaO-t adagoltunk.

A másik kellemetlen jelenség az, hogy a vanádiumsó *a jó kristálynövekedési lehetőség miatt olyan mértékig növekedhet, hogy a mammutcsőben már nem emelkedik fel a zaggyal.* — A másik kellemetlen jelenség az, hogy **miután a növekedés lehetősége kedvező, a vanádiumsó kristályai túl nagyra növekednek és emiatt a mammutcsőben már nem emelkednek fel a zaggyal együtt.**

A lenyomatok *eltávolítását* a lakklenyomatra kidolgozott módszer alapján *végezhetjük* el. — A lenyomatokat a lakklenyomatra kidolgozott **módszerrel távolíthatjuk el.**

Az aktiválási szakaszok 950—1000 C° hőmérséklet *intervallumban* jelentkeznek. — Az aktiválási szakaszok 950—1000 C°-os **hőmérsékletközben** jelentkeznek.

Az új anyagtípusok lényegesen meghaladják a jelenleg ismert tűzálló anyagok *tulajdonságait* fizikai és kémiai tulajdonságuk szempontjából. — Az új anyagtípusok fizikai és kémiai **tulajdonságai** lényegesen meghaladják a jelenleg ismert tűzálló anyagok tulajdonságait.

Újabb tűzállóanyagok az alumínium elektrolizáló kemencék számára

CZEKE ARISZTID okl. kohómérnök

DK 666.7/9 : 669.713

Az utóbbi években a szakirodalom az alumínium elektrolizáló kemencék olyan újfajta tűzállóanyagairól tárgyal, amelyek eddig nem ismert, rendkívül jó tulajdonságokkal rendelkeznek. Használatuk ugyanabban a termelőberendezésben — a közlések szerint — mintegy 15%-os önköltségcsökkentéssel, vagy termelésnövekedéssel jár.

Az új anyagokat főként a rakéta- és atomtechnika fejlesztése során kísérletezték ki. Különlegességük a nagy hő- és korrózióállóképesség, valamint igen kedvező fajlagos villamos vezetőképesség. Használatukat az alumínium elektrolízisben *Pilissy* és *Örkényi* ismertették [28].

Jelen tanulmány keretében részletesebben kívánom ismertetni ez anyagok tulajdonságait, valamint használatuk lehetőségeit, rámutatva az ezzel járó előnyökre.

1. Az új tűzállóanyagok tulajdonságainak áttekintése

Az elektrolizáló kádakban az új anyagok kétféle módon használhatók :

katódbélésként,
áramvezetők kialakítására.

Az elsőben a katódbélés és katódszekrény élettartamát növeljük, míg a másodikban az áramvezetést tökéletesíthetjük és villamos energiát takarítunk meg.

1.1 Bélésanyagok

A bélésanyagok közül különösen a szilíciumkarbid alapú tűzálló anyag mutat kedvező lehetőséget. Szilíciumkarbid idomtesteket, illetve téglákat a tűzállóiparban karborundum néven már régóta használnak. Ilyen minőségű tűzálló téglák beépítése az alumínium elektrolizáló kád katódjaiban nem járt sikerrel, noha a szilíciumkarbid az olvadt kriolittal szemben stabilis anyagnak tekinthető, azaz nem roncsolódik. Az eddigi kudarc oka az, hogy a szokásos tűzállóagyag kötésű tömbökből a kriolit könnyen feloldja a szilíciumkarbid szemcséket összetartó kötőanyagot és így a szemcsék kötésüket elveszítve a kriolit fürdőbe hullanak. A keramikus kötést egyrészt az igen finom szemcsézetű tiszta szilíciumkarbidból sajtolt téglák nagy hőmérsékletű zsugorításával, másrészt a szilíciumkarbid szemcséknek szilíciumnitrides kötésével oldották meg.

Első esetben a finom szemcsézetű szilíciumkarbidot nagy nyomáson és hőmérsékleten téglákká sajtolják, majd a finom szemcsék zsugorodási hőmérsékletén megfelelő védőatmoszférában hevítik. Ezáltal a szemcsék felületén enyhe olvadás következik be és az olvadt, vagy megpuhult felületű kristályok összetapadnak, lehűléskor igen stabilis kötést létesítenek. Az ilyen téglák előállítását drágítja az, hogy a szilíciumkarbidot rendkívül finom, kb. 1—5 mikronos szemcsézetre kell őrölni. Az ilyen idomtéglák minőségi jellemzői azonban igen kedvezőek *(1. táblázat)*. Hazai gyártásuk az őrlést kivéve különösebb nehézséget nem jelent. A minőségi követelményekre kedvező, ha a szabad karbontartalom minél kisebb, mert a korróziós ellenállóképesség — pl. oxidáló atmoszférában — a karbontartalomtól függ.

A szilíciumkarbid alapú bélésanyag egy másik változata a szilíciumnitrid (Si_3N_4) kötésű tégla. Készítésekor a kerámiában szokásos finomszemcsézetű szilíciumkarbid őrleményt 10—1000 mikron szemnagyságra őrölt fémszilíciummal keverik, majd a keveréket idomtéglává sajtolják. Ezt követően a sajtolt téglákat nitrogén védőgázban kb. 1200—1400 C°-on hevítik. Az ekkor képződő szilíciumnitrid a szilíciumkarbid szemcséket összeköti. A szilíciumnitridnek kedvező a tartóssága az olvadt állapotú fémalumíniummal és kriolittal szemben, ugyanis tartósság tekintetében — a tiszta szilíciumkarbidhoz hasonlóan — felülmúlja az eddigi anyagokét. Ezt már többéves üzemi viszonyok között lefolytatott kísérlet is bizonyította [23]. Az idomtéglák tulajdonságait, illetve minőségi jellemzőit az 1. táblázat mutatja. Megjegyzem, hogy a minőségi jellemzők a gyártás körülményeitől függően bizonyos szórást mutatnak.

Minthogy a szilíciumnitrid kötésű téglák gyártásához nincs szükség rendkívül finom szemcsézetű őrletre, és mivel az ilyen téglák tulajdonságai a szennyezők jelenlétére kevésbé érzékenyek, ezért elektrolizáló kemencéink bélésanyagaként elsősorban a szilíciumnitrid kötésű szilíciumkarbid látszik legalkalmasabbnak.

Kiegészítésül még megemlítem, hogy bélésanyagokként használható és az olvadt állapotú alumíniummal és kriolittal szemben ugyancsak igen ellenálló egyéb mesterséges tűzállóanyagok is vannak : ez pl. az alumíniumnitrid és a bornitrid. Utóbbi jobb bélésanyag, mivel tökéletes

Az új tűzállóanyagok jellemző minőségi adatai *1. táblázat*

	Olv. pont, C°	Fajsúly, g/cm³	Térf. súly, g/cm³	Vill. ell. 10^{-6} ohmcm	Ny. szil., kp/cm²	Hővez. kép., kcal/m ó C°
Zsugorított szilíciumkarbid	2550	3,21	3,0—3,1	1 000 000	1800	15—25
Nitridkötésű szilíciumkarbid	2400	3,21	2,6—2,8	3 800 000	1500	14
Titánkarbid	3140	4,90	3,5—4,8	60—70	8500	12
Titándiborid	2900	4,50	3,8—4,0	10—20	7700	3—15
Titáncianonitrid, Al- nitrid kötésű	2400	—	2,3—2,5	250—300	3000	—

villamos szigetelő, hátránya azonban az, hogy rendkívül drága. A gyakorlatban az alumíniumnitrid kedvezőbb, mert könnyebb az előállítása, azonban az olvadt állapotú kriolittal szemben az ellenállóképessége kevésbé tisztázott és valószínűen ugyancsak kielégítő.

Ezzel a bélésanyagok sora korántsem tekinthető lezártnak.

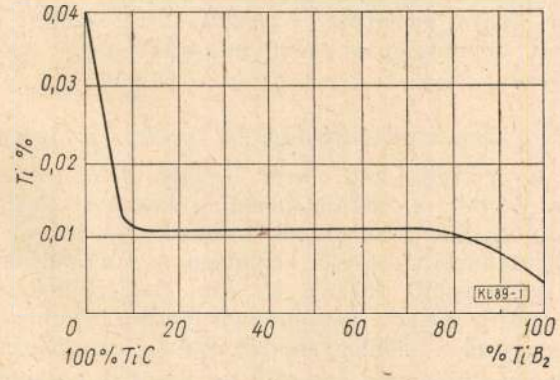
Még sok fém karbidja és nitridje ismeretes, melyeknek korróziós tulajdonságára vonatkozó kutatómunkák folyamatban vannak. A jó korróziós tulajdonságú anyagok egyre szélesedő sora kezd ismertté lenni. A többalkotós karbid-nitrid-borid rendszerek kedvező sajátosságai miatt a jövőben valószínűleg ezek a két-három alkotós vegyületek fognak mesterséges tűzálló bélésanyagokként elterjedni. Különösen sokat lehet remélni a titánkarbid-titánnitrid, szilíciumkarbid-titándiborid, titánkarbid-titánnitrid-alumíniumnitrid rendszerektől.

1.2 Áramvezető anyagok

Olyan szerkezeti anyagok, amelyek olvadt állapotú kriolitnak és alumíniumnak nagy hőmérsékleten ellenállnak és ugyanakkor jó a villamos vezetőképességük, ez ideig gyakorlatilag csak a szénre és grafitra korlátozódtak. A széntömb villamos ellenállása nagy hőmérsékleten a minőségtől függően 5000—6000 · 10^{-6}- ohm. cm. Ezzel szemben az újabban kialakított, jó korrózióállóságú és villamos vezetőképességű titánkarbid és titándiborid, valamint cirkondiborid ohmikus ellenállása 10—150 · 10^{-6} ohm. cm.

1.21 Titánkarbid

A titánkarbidból sajtolt idomtégla jó villamos vezető. Olvadt állapotú fémalumínium jól nedvesíti a felületét, tehát az átmeneti rétegben kis villamos ellenállás várható. Ilyen vezetőanyag készítésekor a finomőrletű karbidkristályokat nagy hőmérsékleten sajtolják és zsugorítják. A titánkarbid villamosvezető mutatói az 1. táblázatban láthatók. Az idomtégla villamos ellenállása függ a sajtolás körülményeitől, illetve a tégla térfogatsúlyától. Minél homogénebb és tömörebb a tégla, annál jobb a villamos vezetőképessége, azaz kisebb az ellenállása. A levegő oxigénjével szemben

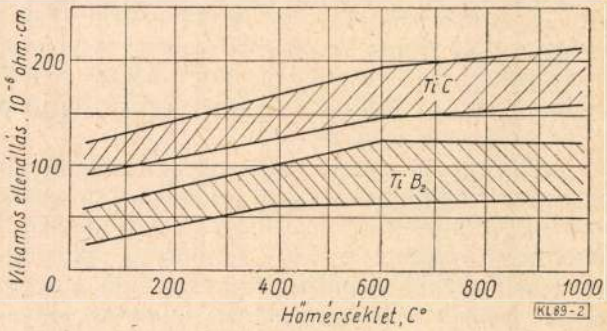


1. ábra. A fémalumínium szennyeződése titánnal, titánkarbid titándiboriddal való érintkezéskor 1000 C° hőmérsékleten

500 C° feletti hőmérsékleten a titánkarbid nem ellenálló, oxidálódik. Olvadt állapotú alumíniummal szemben ellenálló, azonban bizonyos egyensúlyi állapothoz vezető reakció lép fel, amely azt okozza, hogy az olvadt alumínium titánnal kb. 0,4% mennyiségben szennyeződik (1000 C°-on). Ezt a reakciót titándiboridnak a titánkarbidhoz való hozzákeverésével csökkenthetjük. Már kb. 10% TiB_2 hozzáadása a titánnal való szennyeződést 0,01%-ra csökkenti *(1. ábra)*. Ha az alumínium szennyeződése titánnal nem haladhatja meg a 0,01%-ot, akkor 10% TiB_2-tartalmú titánkarbid idomtéglákat kell használni. A titánkarbid korróziós ellenállását rontja a szabad karbontartalom, tehát lehetőleg minél kevesebb szabad karbontartalomra kell törekedni.

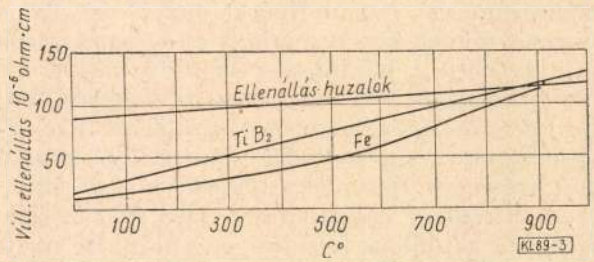
1.22 Titándiborid

A titándiborid villamos ellenállása, valamint a korrózióállósága kedvezőbb a titánkarbidénál. Sajtolt idomtégláinak tulajdonságait, illetve minőségi mutatóit is tartalmazza az 1. táblázat. Hasonlóan a titánkarbidhoz, az idomtégláknak tulajdonságai a sajtolás körülményeinek, valamint a szennyezettség mértékének függvényei. Az idom-



2. ábra. Titánkarbid és titánborid alaktestek villamos ellenállása a hőmérséklet függvényében

tégla ellenállása annál kisebb, minél jobban megközelíti a térfogatsúly a fajsúlyt. Kedvező esetben a szobahőmérsékleten mért villamos ellenállás 10 · 10^{-6} ohm. cm, melynek a hőmérséklettel való változását a *2. ábra* mutatja. Összehasonlításul különböző anyagok villamos ellenállását a *3. ábrán* láthatjuk. A tiszta, 99,0% TiB_2 anyagból sajtolt és zsugorított idomtéglák levegőatmoszférában 1300 C° felett kezdenek oxidálódni, kriolittal és alumíniummal szemben 1000 C°-ig gyakorlatilag minden változás nélkül ellenállók. A titándiborid idomtéglákat az olvadt állapotú alumínium jól



3. ábra. Egyes anyagok fajlagos villamos ellenállása a hőmérséklet függvényében

nedvesíti. Az egyensúlyi reakció értelmében a fémalaumínium titánnal való szennyeződése 1000 C°-on 0,005%.

1.23 Karbid, nitrid áramvezetők

Az áramvezetőként használható összetett fémvegyületek közül elsősorban a titánkarbid, titánnitrid és alumíniumnitridből készült áramvezető téglák váltak ismeretessé. A rendkívüli korrózióálló tulajdonságokkal rendelkező karbidok és nitridek keveréke, vegyülete, illetve szilárd oldata egyben kedvező villamos tulajdonságokkal is rendelkezik. Az egyik, utóbbi időben kelt amerikai szabadalom szerint [22] a 80—90% TiC és TiN keverékéből álló szilárd oldatot alkotó kristályokat 10—20% finomszemcsézetű alumíniumporral keverik, idomtéglává sajtolják, majd nitrogén atmoszférában 1200—1800 C°-on hevítik. Ezáltal a képződő alumíniumnitrid a titáncianonitrid kristályokat összeköti és igen szilárd, korrózióálló, egyben jó áramvezető téglákat lehet előállítani. A téglák minőségi jellemzőit az 1. táblázat mutatja. Vegyi összetétel szempontjából ügyelni kell arra, hogy a szennyezők mennyisége ne haladja meg a 10%-ot és a készre zsugorítás előtt az alumíniumon kívül egyéb fémet ne tartalmazzanak. A közlés szerint a TiCN szemcsefinomsága 0,05 mm alatt van, a sajtolás 450 kg/cm² nyomáson 3—15 percig, 650—700 C°-on megy végbe. A nitrogén gázban az izzítás a hőmérséklettől függően 1—20 órát vesz igénybe.

A jó villamos vezetőképességgel és egyidejűleg jó korrózióállóképességgel rendelkező anyagok száma ezzel korántsem merült ki. A boridok közül ismeretessé váltak a Zr-, Hf-, Ta-boridjának tulajdonságai is. Ezek azonban egyrészt csak lényegtelenül jobbak a titánboridénál, másrészt lényegesen drágábbak. Remélhetőleg az elkövetkező években kiváló tulajdonságú anyagok sorozatát lesz alkalmunk megismerni. Különösen az összetett, azaz több fémvegyület összetevése útján előállított mesterséges tűzállóanyagok hozhatnak sok újat a kemenceszerkezeti anyagok tulajdonságaiban és választékában.

2. Az új tűzállóanyagokkal kialakítható katódbélések

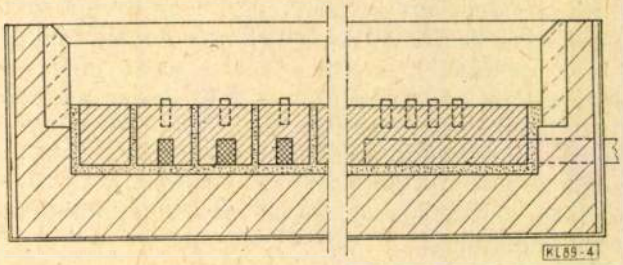
Az új anyagok segítségével a katód kialakítását mind a bélés, mind az áramvezető anyagok szempontjából előnyösen megváltoztathatjuk. Ismeretes a szénbélés ama tulajdonsága, hogy kriolittal érintkezve az áram hatására a pórusokba fémnátrium és nátriumfluorid hatol be. Ez a folyamat többek között a hőmérsékletingadozások következtében — minthogy a fluoridok megdermedése térfogatnövekedéssel jár — a szénbélés szétrepedésére és nagyfokú duzzadására vezet. Ezekről a jelenségekről a vonatkozó szakirodalom számos ismertetést ad. Hasonlóan közismertek az áramvezető acélsínek használatával járó kellemetlenségek és a katódikus feszültségesés aránylag nagy, kb. 10—12%-os részesedése az elektrolizáló kád összfeszültségesésében. A jelenlegi katódbélés és áramvezetés kompromisszumai és velejárói tehát ismeretesek.

Az utóbbi évek szabadalmainak és irodalmának áttekintése során egyelőre háromfajta katódbélésszerkezet kialakítására következtethetünk. Ezek a következők :

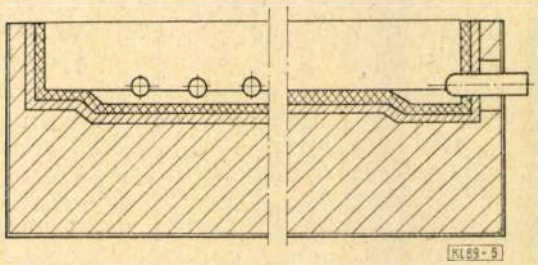
jelenlegi szénbélésbe ágyazott rövidre záró tüskék,

bélésoldalfalban elhelyezett áramvezetők,

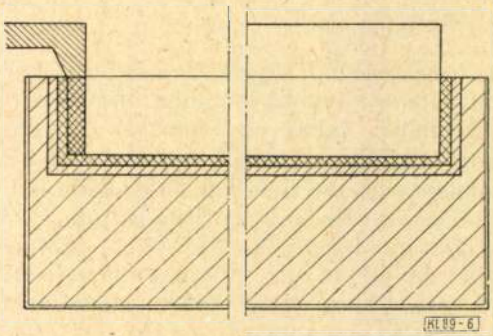
kérgen keresztül bevezetett áramvezetők.



4. ábra. Jelenlegi szénbélésbe ágyazott rövidre záró tüskék (gyertyák)



5. ábra. Katódbélés oldalfalában elhelyezett áramvezetők



6. ábra. Kérgen keresztül felülről történő árambevezetés

E három változat kivitelezési módját a *4., 5. és 6. ábrán* láthatjuk. Vegyük sorra ezeket az ismert lehetőségeket és vizsgáljuk meg azok előnyeit.

2.1 Jelenlegi szénbélésbe ágyazott rövidre záró tüskék

Ez a kivitel a 3. ábrán látható. Jellemzői az új anyagból, pl. titándiboridból készített áramvezető tüskék a szénfenék furataiba helyezve és szilíciumkarbid tömbök beépítése az oldalbélésbe. Az áramvezető tüskék 50 mm átmérőjűek és 230 mm hosszúak. A szénfenék építése egyébként megegyezik a jelenlegi módszerrel. Az áramvezető tüskéket olyképpen helyezik be, hogy az acélsínig lefúrt kb. 52 mm átmérőjű furatba előbb diborid anyagból készült anyagot döngölnek, majd erre

helyezik a forró, sűrű kátrányba mártott hengeres áramvezető tüskéket. Célszerű a tüskék kiálló felszíne és a szénfenék síkja között 10—30 mm távolságot tartani, hogy az acélsínekből jövő áramvezetés még akkor is tökéletes legyen, amikor a szénfenékre timföld-kriolitiszap rakódik le. A boridvezetők közvetlenül az anód felszíne alatt helyezkednek el és mivel az áramot a szénvezetőnél kb. 50—100-szor jobban vezetik, az áramnak gyakorlatilag teljes mennyisége a boridvezetőben halad.

Ezzel egyúttal megvalósítható az áramvezetés rövidítése a legkisebb úthosszon.

2.2 A bélés oldalfalában elhelyezett áramvezetők

Ezzel a megoldással az áramvezető sínek a bélés oldalfalán keresztül vezetik az áramot a katódvezérsíntől közvetlenül a folyékony állapotú alumíniumkatódba. Az oldalfalbélést — minél rövidebb áramvezetés érdekében — időállónak és korrózióállónak kell kiválasztani, de egyben lehetőleg kis vastagságúra kell méretezni. A katódlírák a boridsínekhez vannak kötve, illetve hegesztve, ami a boridfelület előzetes kezelése — ezüstözése — után, pl. folyékony alumíniumba való bemártás útján biztosítható. A fenék-bélést az eddigi módszertől eltérően vékonyabb, de igen korrózióálló tűzállórétegből és vastag hőszigetelő rétegből alakítjuk ki. A fenék az áramvezető sínek közelében célszerűen ki van mélyítve, hogy az esetleges iszapképződéskor a sínek teljes felülete érintkezzék a folyékony alumíniummal. A korrózióálló bélést két rétegből célszerű kialakítani. Az egyik egy nagyon tömör és szilícium-nitridkötésű szilíciumkarbidból áll, a másik egy olvasztott tűzállóanyag, pl. korund, amely az esetleg áthatoló fürdőt a hőszigetelőrétegbe jutástól távol tartja. Ha áthatolástól nem kell tartani, akkor ebbe a második rétegbe jó hőszigetelőképesség biztosítására könnyített szilíciumkarbid tömbök helyezhetők. Mindkét réteg készítésekor különösen fontos a tömbök közötti hézagok tökéletes kitöltése. A hézagokat azonos, igen finomra őrölt anyaggal bedöngölve, megfelelő kötőanyaggal töltjük ki. A hőszigetelés javítására nagy tűzállóságú és könnyített hőszigetelő téglákat, illetve tömböket helyezünk el a karbidbélés és a katódszekrény között.

Minthogy ezzel a megoldással a bélésbe nem építünk be kriolit és áram hatására duzzadó széntömböket, ezért a szekrények eddigi erős acélszerkezettel való merevítése nem indokolt, ehelyett könnyű kivitelű, lényegesen olcsóbb katódszekrények megfelelnek.

2.3 Árambevezetés felülről, a kérgen keresztül

Ezt a szerkezetet az irodalomban eddig alig ismertették. Az amerikai kohászok 1962. február 19- és 21-e között megtartott évi közgyűlésén előadások hangzottak el a katódbélések újabb fejlődéséről [17], [19], [26] és ezek egyikén említették meg a cikkből olvasható áramvezetési lehetőséget. Ily módon az áramvezetést az eddigieken felül még tovább egyszerűsíthetjük. A katódsínezés a katódvezérsínnel együtt esetleg elmaradhat és az áram útja az egyik kád anódjától a másik katódja felé aránylag rövid sínezéssel megoldható. A sínezés áll az első kád anódvezérsín flexibilisétől kiképzett leszállósínből, majd egy ebből a következő kádig továbbmenő vízszintes sínszakaszból. Itt a sín egy a kérgen keresztül a katódfémig benyúló boridsínben végződik. A kivitelezés úgy is elképzelhető, hogy a kád rövidebb oldalán a bélés egy boridlemezből áll, amely a fémmel való érintkezéskor — aránylag nagy felületen — vezeti az áramot a katódfémbe (5., 6. ábra). Ennek a megoldásnak hátránya, hogy a mágneses mező erősségének változásától bekövetkező fémszinthullámzás valószínűen még élénkebb, a fémszintet összehúzó erők játéka nem kívánt fémtükör deformációkat hoz létre. Ezt valószínűen kompenzálja az anód felé és az anódsínezésben haladó áram mágneses hatása és csökkenthető a fémszint hullámzása a katódteknő megfelelő kialakításával is. Ebben a szerkezetben az eddig használatos katódvezérsínek, katódflexibilisek és katódacélsínek esetleg elhagyhatók. A boridvezető jól hűtött, tehát a villamos ellenállása is kedvezőbb az eddigi megoldásoknál. A katód fűtőfeszültsége ezáltal lényegesen kisebb, tehát gondoskodni kell az eddiginél erősebb hőszigetelésről. A katódbélés élettartama szempontjából ennek a szerkezetnek nagy előnye az, hogy a bélés egységét sehol nem bontják meg áramvezető sínek, tehát igen tömören, hézagmentesen készíthető. Amikor új katódok létesítéséről van szó — hasonlóan az előző kiviteli módhoz — a szekrények szerkezeti súlya lényegesen csökkenthető, mivel nincs többé jelentős bélésduzzadás. A bélés kialakítása egyébként vékony, kb. 30—50 mm vastagságú szilíciumnitrid kötésű szilíciumkarbid téglákkal lehetséges, mely réteghez egy második, kb. 30—50 mm vastagságú szilíciumkarbid vagy olvasztott korund téglákból álló réteg csatlakozik. A második réteget úgy rakjuk, hogy a hézagok takarva legyenek. Ezután következik a korrózióálló bélés és az acélszekrény közötti térnek kitöltése nagy hőállóságú hőszigetelő téglákkal.

(Folytatjuk)

Felhívás Tagjainkhoz és az üzemi Könyvtárosokhoz!

Egyesületünk folyóirattárában gyűjtött egyesületi lapok közül (helyhiány miatt) 1929-től 1955. évi évfolyamokból egyes számok — korlátozott példányszámban — megvásárolhatók 3,— Ft-os számonkénti egységárban. Érdeklődni, illetve megrendelni lehet az OMBKE Titkárságán. Cím: Budapest, V., Szabadság tér 17. III. 306.

Molekuláris szűrők használata zsugorító és hőkezelő kemencék védőgázainak szárítására

Dr. TÓTH LAJOS és TÓTH KÁLMÁN

DK 669—153.44

Számos fém, ötvözet és porkohászati gyártmány lágyításakor, hőkezelésekor fontos követelmény, hogy felületük a hőkezelés hőmérsékletén ne oxidálódjék, ne színeződjék, hanem fényes maradjon. Ezért az ilyen anyagokat meghatározott összetételű védőgáz atmoszférában hőkezelik. A védőgáz lehet argon, hélium, nitrogén, hidrogén, krakkolt ammónia, széndioxid, szénmonoxid, metán és egyéb gázok, illetve ezek elegye. Azonban az oxidálódás-, színeződésmentes fényes lágyítás az említett védőgázokban csakis akkor lehetséges, amikor a védőgáz oxigén-, víz-, széndioxid- és kénhidrogén-tartalma minimális. A fenti szennyezők közül különösen veszélyes az oxigén és a vízgőz. A megengedhető oxigén-, illetve vízgőztartalom elsősorban a hőkezelendő fém, ötvözet oxigénnel szemben mutatott affinitásától függ. A gázok oxigéntartalmának minimális szinten való tartása megfelelő katalizátorok használatával nem nehéz feladat, sokkal nehezebb azok nedvességtartalmának eltávolítása.

Mint ismeretes, egy adott védőgáz atmoszférában valamely fém vagy ötvözet akkor nem oxidálódik, ha a védőgáz harmatpontja, illetve a védőgáz oxigénjének parciális nyomása kisebb, mint az ötvözet legaktívabb komponense fémoxidjának egyensúlyi oxigénnyomása. A gyakorlatban azonban nem ilyen egyszerű a kérdés. A több komponensből álló ötvözet fényes lágyításához alacsonyabb harmatpontú gáz szükséges, mint amilyent a legaktívabb komponens megkíván. Így például a tiszta króm 1100 C°-on —32 C°-os harmatpontú védőgázban nem oxidálódik, de a krómot tartalmazó, nemrozsdásodó acél oxidmentes lágyítása csak —40 C°-os harmatpontú védőgázban lehetséges. A titánt és nióbiumot tartalmazó nemrozsdásodó acélokat csak még alacsonyabb, —75, —90 C°-os harmatpontú védőgázban lehet fényesen lágyítani [1].

Ezek az adatok csak gyors lágyításra és a védőgáz megfelelő nagy adagolási sebességére érvényesek. Ha a lágyítás huzamosabb időtartamú, akkor még az ilyen mély harmatpontú védőgáz atmoszférában is bekövetkezhet ezeknek a nemrozsdásodó acéloknak az oxidálódása. Ahhoz, hogy a hőkezelő térben ilyen harmatpontú védőgázt biztosítani tudjunk, szükséges, hogy a belépő gáz harmatpontja 20 C°- kal alacsonyabb legyen.

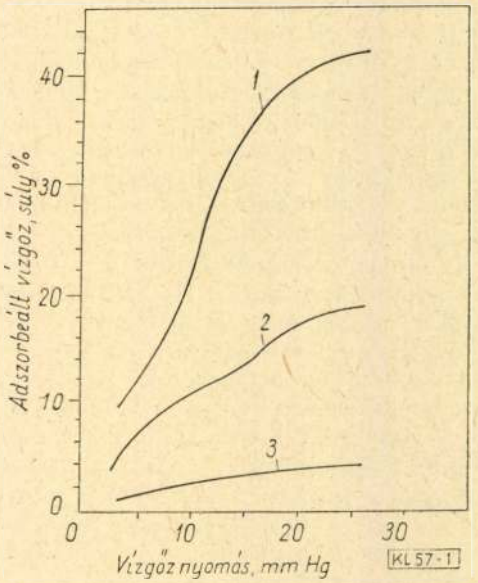
Különösen fontos tiszta védőgázokat a porkohászati gyártmányok zsugorításához használni, mivel ekkor a fémporszemcsék megnövelt fajlagos felülete következtében még erősebb az oxidálódás veszélye. A fenti követelmények alapján látható, hogy egyes anyagok fényes lágyításakor a hőkezelőnek milyen gondosan elő kell készítenie a védőgázt, különösen annak vízgőztartalma miatt.

A gázelőkészítő berendezések közül a tervezés és az üzem szempontjából legbonyolultabbak a nedvességelnyelő, illetve szárító berendezések. Mint ismeretes, egészen a közelmúltig a gyakorlatban adszorbensként főleg szilikagélt vagy aktivált alumíniumoxidot használtak.

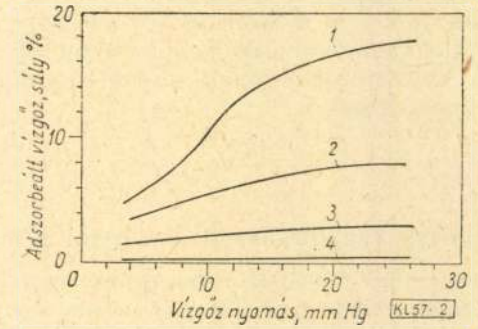
Az alábbiakban a szintetikus zeolit alapú molekuláris szűrőknek, mint gáztisztító és gázszárító anyagoknak tulajdonságait és felhasználási lehetőségeit kívánjuk ismertetni, összehasonlítva a hagyományos adszorbensekkel.

A védőgázok szárítására használatos adszorbensek

A védőgázok szárítására a legutóbbi időkig szilikagél, illetve aktivált alumíniumoxid adszorbenseket használtak. Ezeknek az adszorbenseknek kapacitása kis vízgőznyomáson igen csekély, ezért önmagukban való használatuk sokszor nem biztosítja a hőkezelési követelmény által előírt —60, —70 C°-os harmatpont elérését. A szilikagél és aktív alumíniumoxid vízgőz adszorpciós kapacitásának változását a vízgőz egyensúlyi nyomása, valamint a hőmérséklet függvényében az *1.*, illetve *2. ábra* szemlélteti.



1. ábra. Szilikagél vízgőzadszorpciós izotermái
1 = 25, 2 = 40 és 3 = 75 C°-on



2. ábra. Aktivált alumíniumoxid vízgőzadszorpciós izotermái
1 = 25, 2 = 40, 3 = 75 és 4 = 150 C°-on

A kívánt mély harmatpont elérése céljából ezért a szilikagélt, illetve aktivált alumíniumoxidot tartalmazó adszorbensből távozó gázt egy, esetleg több sorba kötött, szilárd, szemcsés kálilúgot, illetve poralakú foszforpentoxidot tartalmazó edényen vezetik keresztül, amelyekben a maradék vízgőz nagy része vegyileg lekötődik az ismert reakcióegyenletek szerint. Az említett vegyszeres utószárítás csak igen gondos kezelés, ellenőrzés, valamint a töltetek gyakori cseréjével eredményes. Mivel a használt vegyszerek házilag nem regenerálhatók, az utószárítás aránylag költséges művelet.

Több irodalmi utalás szerint a vegyszeres utánszárítást, sőt egyes üzemekben a szilikagéllel való előszárítást is kitűnő eredménnyel helyettesítik molekuláris szűrők használatával [1]—[3].

A molekuláris szűrők mesterséges zeolitok, vagyis nagy mennyiségű zeolitos kötésű vizet tartalmazó alkáli- és alkáliföldfém-alumíniumhidroszilikátok. Jellemző rájuk, hogy hőkezelés hatására víztartalmukat elvesztik, anélkül azonban, hogy kristályszerkezetük megváltozna. Az eltávozó zeolitos víz helyén molekuláris nagyságú (4—20Å), azonos méretű és egyenletes eloszlású pórusok rendszere marad vissza, igen nagy fajlagos felülettel (kb. 850—1000 m^2/g). A pórusok térfogata a kristályszerkezettől függően a kristály térfogatának 45—55%-ára rúg. A hőkezeléssel aktivált zeolit kristály csupán a pórusméreténél kisebb molekulákat képes adszorbeálni. Innen ered a molekuláris szűrő elnevezés.

A molekuláris szűrők előállítását ipari méretekben Milton és társai szabadalmai alapján az amerikai Linde Air Products cég valósította meg elsőnek, 1954-ben [4]. Eddig négy főtípusú termék előállítására rendezkedtek be: Linde Molecular Sieve 4A, 5A, 10X és 13X jelöléssel. Az elnevezésben szereplő A és X a kristálytípust, míg az előttük levő számok a pórusok közelítő *ablak*-méretét adják meg Å-ben.

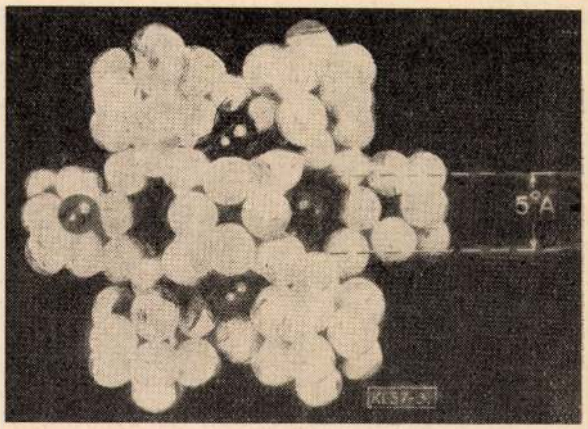
Magyarországon a Nehézvegyipari Kutató Intézet állított elő kísérleti üzemi méretekben a Linde-termékekkel teljesen azonos funkcionális tulajdonságú szintetikus zeolitokat. A Linde 4A-nak a NEVIKI 40 KX, a Linde 5A-nak a NEVIKI 50 KX felel meg [5].

A molekuláris szűrők szabályos kristályszerkezetű mesterséges zeolitok. A 4Å típusú kristály vegyi összetételét az alábbi képlet fejezi ki:

$$Na_{12}\,[(AlO_2)_{12}\,(SiO_2)_{12}]\,.\,27\,H_2O$$

A kristály 1 : 1 arányban AlO_4 és SiO_4 tetraéderekből felépült térháló, amelyben az AlO_4 csoport negatív töltésfeleslegét elemi cellánként 12 Na^+ ion kompenzálja, amelyek könnyen cserélhetők más 1—2 értékű kationokra. Így a cserélhető Na^+ 75%-át Ca^{2+}-ra cserélve az 5A típusú molekuláris szűrő nyerhető. Az 5A típusú kristály szerkezeti modelljét a *3. ábra* szemlélteti.

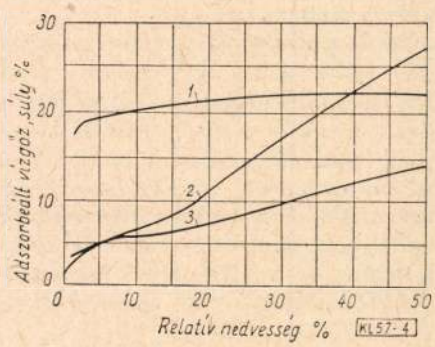
A mesterséges zeolitokat előállításuk során 1—5 μ átlagos szemcseméretű kristályiszap alakjában nyerik, amelyet szűrés és mosás után képlékeny anyaggal keverve, 1,6—3,2 mm átmérőjű rudacskákká alakítva megszárítanak és hőkezeléssel aktiválnak. A granulált, aktivált Linde molekuláris szűrő halmaztérfogatsúlya 688—720 kg/m^3, a NEVIKI 40 KX halmaztérfogatsúlya 550 kg/cm^3. A termékek légmentesen zárt műanyag zsákokban vegyszeres üvegekbe csomagolva kerülnek kereskedelmi forgalomba.



3. ábra. Az 5A, ill. NEVIKI 50 KX típusú zeolit kristályszerkezetű modellje, a (110) kristálytani síkra merőleges irányból (a világos golyók oxigént, a sötétek Ca^{2+} ionokat jelképeznek)

A molekuláris szűrők használata gázok szárítására [6]

A molekuláris szűrőknek igen poláris szilikátvázuk van, ezért kitüntetett adszorpciós affinitásúak az erősen poláris, adszorbeált anyagokkal, különösen a vízzel szemben. Ebből adódik a molekuláris szűrő igen hatékony, a szokványos adszorbensekét lényegesen felülmúló szárítóképessége.

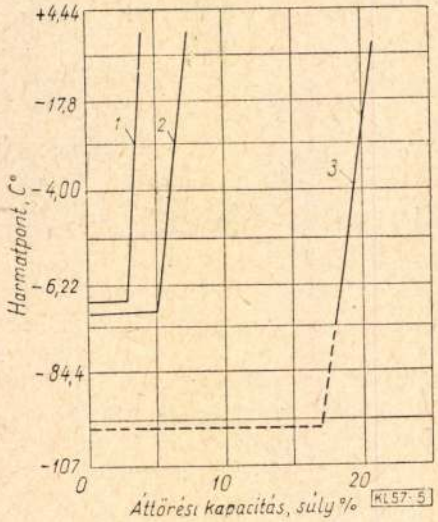


4. ábra. A vízgőz adszorpciós izotermái
1 = molekuláris szűrőn, 2 = szilikagélen, 3 = aktív alumíniumoxidon szűrve

Összehasonlítás céljából a *4. ábra* szemlélteti a vízgőz adszorpciós izotermáit, az aktivált alumíniumoxidon, a szilikagélen, valamint az 5A típusú molekuláris szűrőn.

Szembetűnően nagy a molekuláris szűrő adszorpciós kapacitása, még akkor is, ha az adszorbeálandó vízgőz csekély koncentrációjú. A molekuláris szűrő adszorpciós kapacitása 5% relatív nedvességgel kb. négyszerese az aktivált alumíniumoxidénak, illetve szilikagélének. Ebből adódóan ipari gázok szárításakor molekuláris szűrőkkel lényegesen mélyebb harmatpont érhető el. További előny, hogy a mélyebb harmatpont eléréséhez igen csekély érintkezési idő szükséges. Ezért dinamikus szárításkor, amikor a szárítandó

gázt adszorbenssel töltött oszlopon vezetik keresztül, nagyobb áramlási sebesség használható. Az *5. ábra* adszorpciós tölteteken átvezetett gázok harmatpontjának alakulását ábrázolja az adszorbensen már megkötött víz mennyiségétől, valamint az áramlási sebességtől függően.



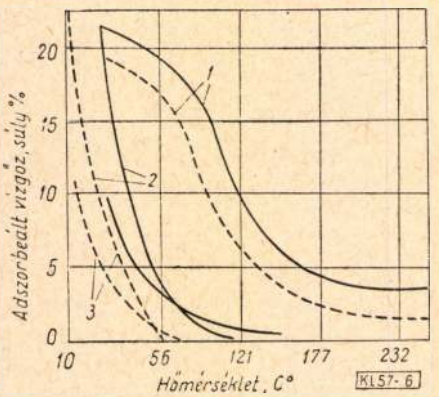
5. ábra. A szárított gáz harmatpontjának alakulása különböző adszorbensekkel az adszorbens terhelésének függvényében. (A közeg áramlási sebessége a szilikagél és aktív alumíniumoxidon : 2,0 cm/s)

1 = aktív alumínium oxid ; *2* = aktív szilikagél ; *3* = 50KX molekuláris szűrő. Az ordinátán 1 osztás = 11,1 egység

Az 5. ábrából kitűnik, hogy molekuláris szűrő használata kb. tízszeres áramlási sebességgel is 30—40 C°-kal mélyebb harmatpont elérését biztosítja, mint a szilikagél.

A molekuláris szűrők további előnye, hogy számottevő adszorpciós képességük van még olyan nagy hőmérsékleten is, amelyen csekély adszorpciós kapacitás miatt a többi adszorbens gyakorlatilag már nem használható. A *6. ábra* különböző adszorbensek vízgőzadszorpciós kapacitását ábrázolja a hőmérséklet függvényében.

A molekuláris szűrők használata ezért lehetővé teszi aránylag meleg gázok szárítását egy lépésben (hűtés nélkül). A molekuláris szűrők

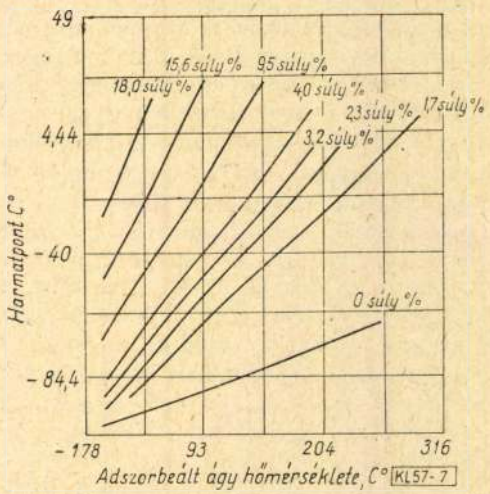


6. ábra. Különböző adszorbensek vízgőzadszorpciós izobárjai 10 torr egyensúlyi vízgőznyomáson. (A szaggatott vonallal kihúzott görbék 2 súly-% maradék víztartalomig regenerált adszorbensekre vonatkoznak)

1 = 5A, illetve 50KX, *2* = aktivált szilikagél, *3* = aktivált alumíniumoxid

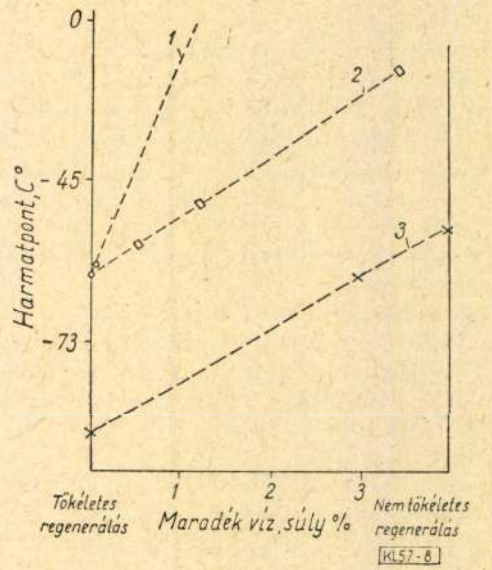
ismertetett előnyös tulajdonságai lehetővé tették számos ipari gáz és szerves folyadék szárításának megoldását a szárítandó közegeknek molekuláris szűrővel töltött adszorpciós oszlopon való átvezetésével.

Az adszorpciós oszlopot kimerülés — telítődés — után regenerálják. Folyamatos szárítású üzem biztosítása céljából ezért legalább két adszorpciós



7. ábra. A molekuláris szűrő adszorbensben visszamaradó nedvesség hatása a szárított gáz harmatpontjára

Az abszcisszán 1 osztás = 55,6, az ordinátán 1 osztás = 22,2 egység



8. ábra. A regenerálás mértékének hatása a szárított gáz harmatpontjának alakulására

1 = aktivált szilikagél, *2* = aktivált alumíniumoxid, *3* = molekuláris szűrő

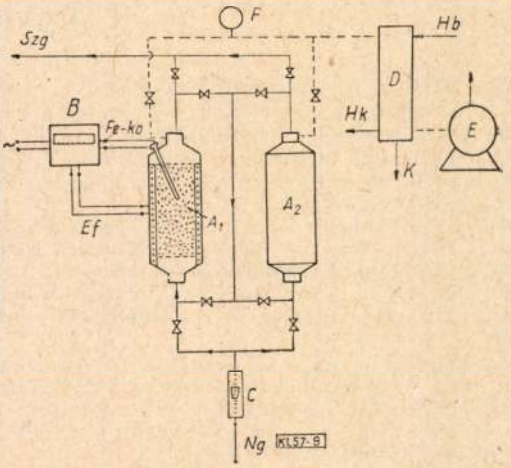
oszlopot állítanak fel, amelyek felváltva vannak üzemben, illetve regenerálás alatt. A molekuláris szűrőtöltet regenerálására több lehetőség van. Az adszorbeálandó anyag jellemzői, illetve a készülék méretei döntik el, hogy mikor melyiket célszerű használni.

A regenerálás gyakori módja, hogy a kimerült adszorbensre 200—350 C°-ra előmelegített semleges gázt (levegő, nitrogén, metán stb.) fúvatnak. Az előmelegített gáz fúvatását mindaddig folytatják, míg a deszorpció végbe nem megy.

A regenerálásnak egy másik lehetősége, hogy az adszorpciós oszlopba belső gőz- vagy elektromos fűtést építenek be, amely a deszorpció hőmérsékletére melegíti fel az adszorbens töltetet. A gyorsabb deszorpció céljából a melegítéssel egyidejűleg semleges — lehetőleg igen száraz — öblítő gázt áramoltatnak keresztül a tölteten, amely folyamatosan elszállítja a felszabadult vízgőzt. A deszorpció befejezése után semleges, hideg és igen száraz gáz átvezetésével szobahőmérsékletre hűtik vissza az adszorbens töltetet, ami a regeneráló ciklus befejezését jelenti. A regenerálás hatékonyságát jelentősen befolyásolja az öblítő, illetve visszahűtő gáz vízgőztartalma. Az öblítő gáz harmatpontjának hatását az adszorbensben visszamaradó víz mennyiségére a *7. ábra* szemlélteti.

Nagy harmatpontú öblítő gáz tehát nem regenerál tökéletesen, ami viszont a szárítási munkaciklus folyamán károsan befolyásolja a szárítandó gáz harmatpontjának alakulását. Az adszorbensben visszamaradó nedvesség hatását a harmatpont alakulására a *8. ábra* szemlélteti.

A 8. ábrából kitűnik, hogy a molekuláris szűrő még 2% visszamaradt nedvességgel (nem gondos regenerálás után) is — 70 C° körüli harmatpont elérését biztosítja, azaz kb. 30 C°-kal kisebbet, mint az azonos víztartalomig regenerált szilikagél. További lehetőség a molekuláris szűrőtöltet regenerálására a melegítéssel egyidejű nyomáscsökkentés, evakuálás segítségével. Ez a megoldás különösen kisebb méretű készülékekre előnyös. A vákuumregenerálással dolgozó folyamatos üzemi szárító készülék munkafolyamatát a *9. ábra* szemlélteti.



9. ábra. Vákuumregenerálással dolgozó szárítókészülék folyamatrajza

A = adszorbens oszlop, *B* = ejtőkengyeles hőfokszabályozó, *C* = rotaméter, *D* = vízhűtéses kondenzátor, *E* = vákuumszivattyú, *F* = vákuummérő, *Hb* = a hűtővíz befolyása, *Hk* = a hűtővíz kifolyása, *Ng* = a nedves gáz beáramlása, *Szg* = a száraz gáz eltávozása, *Ef* = az elektromos fűtés, *K* = a kondenzvíz eltávozása

IRODALOM

[1] *Ruedinger, Bernt A.:* Metal Progress. 79, No 2. 101. o. (1961).

[2] *Ruedinger, Bernt A.:* Metal Progress. 76, No 4. 146. o. (1959).

[3] *Westeren, Herbert W.:* Metal Progress. 77, No 2. 75. o. (1960).

[4] 2882243 és 2882244 sz. amerikai szabadalmak (1959).

[5] *Tóth K.:* Magyar Kémikusok Lapja. 10. sz. 440—446. o. (1961).

[6] A British Drug Houses Ltd és a Union Carbid Corporation közleményei (1956).

Könyvismertetés

Technikatörténeti Szemle. 1962. 1—2 szám. Kéziratként szerkeszti és kiadja a Művelődésügyi Minisztérium Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportja.

Műszaki történetírásunk feltétlenül új fejezetét jelenti a Művelődésügyi Minisztérium Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportja kiadásában megindított Technikatörténeti Szemle, melynek 1963-ban megjelent első, kettős száma, 281 oldalon gazdag tartalommal mutatkozik be, ad irányt s nyújt lehetőséget technikatörténészeink további munkájához s annak publikálásához. Jelentős és nagy horderejű, hogy a szemle hosszú tervezgetés és előkészítés után napvilágot látott s a szaklapjainkban elszigetelten s nagyon szűk és szegényes lehetőségek szabta keretek közt mozgó műszaki történetírásunk végre birtokon belül, saját neve alatt léphet az olvasó elé. Régi s nagy hiányosságát pótolja a szemle műszaki irodalmunknak, mely szaklapjaiban, azok megszabott profiljánál fogva mindeddig nem tudott kellő helyet biztosítani egyre nagyobb számban jelentkező technikatörténészeink értékes irodalmi munkásságának, melynek a múlt technikai alkotásainak ismertetésén keresztül elvitathatatlan nagy szerepe van a jövő építésében. Jól és mindent átfogóan fogalmazza meg a Szemle megjelenésének szükségességét annak rövidre fogott, tömör „Beköszöntő"-jében dr. h. c. *Vadász Elemér* akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudománytörténeti Bizottságának elnöke mondván, hogy „Örömmel és nagy várakozással fogadjuk a Művelődésügyi Minisztérum áldozatkészségével induló Technikatörténeti Szemlét, mely valóra váltja régi vágyainkat, kívánalmainkat, oktatási, nevelői és tudományművelési tekintetben és nem utolsó sorban népgazdaságunk fejlődésének szélesebb körű megismerésében."

A folyóirat 22 tagú szerkesztőbizottságában egyébként műszaki tudománytörténetírásunk legjelesebb képviselőit találjuk, ami egymagában véve is kellő biztosítéka a szemle további sikeres munkájának s tartalmával szemben támasztott követelményeink maradéktalan teljesítésének. A — mint mondtam — 281 oldalas kötet első 179 oldalán egyébként nagyobb lélegzetű műszaki és ipartörténelmi tanulmányt, további oldalain pedig 14 egyéb technikatörténeti vonatkozású rövidebb-hosszabb közleményt, beszámolót és könyvszemlét találunk, német, angol és orosznyelvű összefoglalókkal. A jó felkészültséggel és tartalommal útnak indított időszakos folyóirat egyetlen hiányossága, hogy csak rotatechnikával nyomva jelenhetett meg, ezzel szemben tagadhatatlanul példás kiállításban.

Dr. Faller Jenő

Egyesületi hírek

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztálya és a Magyar Kémikusok Egyesületének Alkalmazott Fizikai-Kémiai Szakosztálya közös rendezésben november 22-én Fluidizációs Napot tartottak a Dunai Vasmű Kultúrtermében. Kb. 50 meghívott szakember előtt a következő négy előadás hangzott el:

Pilter Pál szakosztályi elnök: Megnyitó.

Dr. Fekete László. (Fémipari Kutató Intézet): **Kalcinált timföldhidrát fluidizációs hűtése.**

Borlay Oszkár. (Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Kutató Intézete): **A fluidizáció elméleti alapjai.**

Hozzászólások után a jelenlevők közös ebéden vettek részt. Majd ebéd után a Dunai Vasmű Acélművét és Meleghengerművét tekintették meg. Délután

Szmicsek Sándor: (Dunai Vasmű): **Fluidizációs eljárások a Vaskohászatban**, majd

Kónya Sándor. (Vegyterv.): **Fluidizációs piritpörkölés** című előadás hangzott el.

A délutáni előadásokat is hozzászólások követték, majd *Pilter Pál* zárszavai következtek.

Az előadók a fluidizáció elméletével, a fejlődés jelenlegi helyzetével, valamint a hazai kísérleti és üzemi eredményekkel foglalkoztak. Az alumínium- és kénsavgyártásban jelentős üzemi eredményekről számoltak be. A hozzászólások során *Sebők Antal* (Alumínium Tervező Intézet), *Szmicsek Sándor* (Dunai Vasmű), *Bella Jenő* (KGMTI) és *Fekete László* (Fémip. Kut. Intézet) egészítették ki észrevételeikkel az elhangzottakat.

A Konferencia végig élénk érdeklődés mellett zajlott le. Az előadásokból és hozzászólásokból kidomborodott a fluidizációs eljárások jelentősége és annak szükségessége, hogy az iparfejlesztés során széles körben számításba kell venni a fluidizációt.

Bajzáth András

*

A Vaskohászati Szakosztály 1963. dec. 2-án ülést tartott. Az ülésen megjelentek *Pilter Pál* szakosztályi elnök, *Gruber Imre* szakosztályi titkár, *Szeless László* szakosztályi alelnök, *Árkos Frigyes*, *Martin Imre*, *Mester István*, *Nagyenyedi József*, *Nagy Zoltán*, *Pőcze László*, *Szőke László*, *Szücs Endre* vezetőségi tagok, *Bajzáth András*, *Horváth Gyula*, *Vince Gyula* csoporttitkár és az ózdi csoport képviseletében *Balikó Mihály*.

Pilter Pál elnök a megjelentek üdvözlése után ismertette a dec. 7-én tartandó választmányi ülés részletes napirendjét, melyet a szakosztály vezetősége megelégedéssel vett tudomásul.

Ezután *Bajzáth András* ismertette a METESZ határozatait az egyesületek működésével és a létesítendő megyei Metesz-fiókok létrehívásával kapcsolatban.

Harmadik pontként a külföldi tanulmányutak ezévi eredményeit és a jövő évi terveket ismertette *Bajzáth András*. A vezetőség a beszámolót részletesen megvitatta s úgy határozott, hogy aki az Egyesület által rendezett tanulmányúton vesz részt, annak 30 napon belül részletes szakmai jelentést kell a tanulmányútról az Egyesület részére beadjon.

Negyedik pontként *Vince Gyula* az LKM, *Balikó András* az OKÜ, *Bajzáth András* a DV és végül *Horváth Gyula* a csepeli csoport munkájáról számolt be. A beszámolókat a vezetőség megelégedéssel vette tudomásul. *Pilter Pál* elnök külön kiemelte a csepeli csoport munkáját s hangsúllyal kérte a csoportokat, hogy a Kohászati Lapok részére rendszeresen adjanak a csoportok életéről, a rendezvényeiről tájékoztatót.

Végül a vezetőség az újonnan jelentkező tagok jelentkezését tárgyalta meg s közülük 13 új tag felvételi kérését fogadta el. *Á. F.*

Egyesületünk új tagjai

FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Budapest (Központ)

Bertalan Ferenc technikus,
Biró Ferenc vegyész,
Borsos Gyula technikus,
Holnapy György technikus,
Horváth Sándor kohómérnök,
Huszár László technikus,
Kovács Bertalan vegyészmérnök,
Krakler László kohómérnök,
Kristóf Hugó osztályvezető,
Lorge György kohómérnök,
Lovasi József vegyészmérnök,
Markovits György technikus,
Medve Tibor termelési előadó,
Miskei Mihály vegyészmérnök,
Molnár Lajos technikus,
Nádas István mérlegképes könyvelő,
Osvald Zoltán vegyészmérnök,
Paár Béla gépészmérnök,
Dr. Pozsgai Vilmos vegyészmérnök,
Sereg György kohómérnök,
Solymár Károly vegyészmérnök,
Soós Ádám technikus,
Szendrey István építész,
Szontagh Endre technikus,
Tapolcai László technikus,
Tóth Pál vegyészmérnök.

Ajkai csoport

Felbert Antal munkaügyi oszt. v.,
Fessler József kohómérnök,
Kamondy Jenő gépészmérnök,
Kersner Endre technikus.

Almásfüzitői csoport

Balogh Szabolcs technikus,
Becker Mihály technikus,
Forisek Imréné üzemszervező,
Füsti Ernőné villamosmérnök,
Gál Vilmos vegyészmérnök,
Gyuró Sándor vegyészmérnök,
Havas Pál technikus,
Jenei Pál János vegyészmérnök,
Oncs György technikus,
Páhoki Béla technikus,
Sperl Vilmos könyvtáros,
Stifner József közgazdász.

Inotai csoport

Abaffy Károly vegyész,
Aradi László villamosmérnök,
Bánhidy Kálmán kohómérnök,
Benedek Zoltán kohómérnök,
Borovics Sándor üzemvezető,
Bucs Ferenc vegyészmérnök,
Ferling György villamosmérnök,
Gaál András technikus,
Karmanóczky János technikus,
Krausz András csarnokvezető,
Láng József vegyészmérnök,
Lohonyai István vegyészmérnök,
Molnár Imre kohómérnök,
Moskovics Ferenc technikus,
Nemes József vegyészmérnök,
Németh János vegyészmérnök,
Németh József kohómérnök,
Oláh János technikus,
Petrovai Sándor vegyészmérnök,
Sipos Zoltán technikus,
Széll Sándor technikus,
Dr. Vass Imréné vegyészmérnök.

Székesfehérvári csoport

Béber Ferenc kohómérnök,
Bödő István technikus,
Börzsönyi László kohómérnök,
Csömöz Ferenc kohómérnök,
Csurbakov Tatjána kohómérnök,
Gengler László metallográfus,

Hopp István technikus,
Hutvágner Károly technikus,
Jakab Miklós kohómérnök,
Dr. Joó Endre jogtanácsos,
Kerék István technikus,
Király V. József technikus,
Kisdéri Antal kohómérnök,
Kotymán József technikus,
Kotyó István technikus,
Kovács András kohómérnök,
Lázár Antal technikus,
Papp László technikus,
Stitz Sándorné technikus,
Szabó László technikus,
Szentesi István technikus,
Wilhelm Ferenc kohómérnök.

Tatabányai csoport
Kóta Sándor technológus,
Sejteri Vjekoszláv kohómérnök.

Műszaki és gazdasági hírek

Az **NSZK**-ban az August Thyssen Hütte a Rajna mellett **Beeckerwerthben** 1961 óta egy *új gyárat* épít. A rendelkezésre álló terület 2 millió m². Az új gyár a Bruchhausenben levő s a háború után romjaiból felépült gyárhoz közvetlenül hozzá épül. A gyár áll egy oxigénráfúvásos acélműből, melyhez egy 1500 t-ás keverő, 2 db 175 t-s konverter és a hozzátartozó öntőberendezés csatlakozik. Ez a rész 1962 óta már üzemben van. A porleválasztó berendezés úgyszólván portalan levegőt biztosít a gyár környékén. A hengermű egy brammasorból, a hozzá tartozó mélykemence csarnokból áll, melyhez egy 2230 mm széles szalagsor és egy 2030 mm-es hidegszalagsor csatlakozik. A brammasor 1963. év őszén lépett üzembe, míg a meleg és hideg szalagsor 1964. év elején fog megindulni. A teljes kiépülése után a gyárnak 4,2 millió t folyékonyacél kapacitása lesz. Az acélművel egyidőben épült fel a nagyolvasztómű is. Jelenleg 8 nagyolvasztó készült el, melyek közül 2-nek az átmérője 9 m és egyenként napi 2000 t nyersvasat termelnek. Egy további nagyolvasztó épül 9,5 m átmérővel, mely napi 2000—3000 t-t fog termelni. Az új nagyolvasztó 1964. év őszén fog először csapolni.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **NSZK**-beli Deutsche Edelstahlwerke AG krefeldi gyárában a *rozsda- és saválló Remanit szélesszalag* termelő berendezés ez évben tovább épült. A második 1250 mm szalaghengerlésre alkalmas Sendzimir állványhoz csatlakozó berendezések szerelése a befejezéshez közeledik. Egy szalag előkészítősor, egy védőgázas harang hőkezelő kemencesor, egy több fokozatú csiszolósor feladata a szalag minőségét tovább javítani. 1964-ben egy védőgázas, folyamatos szalaghőkezelőberendezés kerül üzembe. Ez a berendezés 1250 mm széles 12 t súlyig terjedő tekercseket fog hőkezelni. Az új berendezéssel biztosítható, hogy a hengerléskor nyert nagyfényű felület a további műveletek során változatlanul biztosítható.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **NSZK**-ban **Salzgitter-Drüttenben** a 10 000 dolgozót foglalkoztató gyár termelését 2,5 *millió t folyékony acélra* emelte fel. Az újonnan épült hengerművekkel az eddigi buga, durvalemez, rúdacél termelési programját finomlemez, szalagacél, és hengerhuzal termeléssel bővítette. A hideghengerműve is a napokban került üzembe, még ez évben indul meg a szélesszalag hengermű is. Az új hideghengermű egy négyállványos tandem hengersorból áll, mely 0,35—2,99 mm vastag és 1850 mm széles tekercseket gyárt. Új berendezés a spirálhegesztősor is, amely a durvalemezsor termelését dolgozza fel gáz, víz és olajvezeték csővé. A csövek átmérője 400—1600 mm.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **NSZK**-ban **Wittenben** a Gussstahlwerk Witten egy *automatikus huzal-rúdsort* helyezett üzembe, melylyel az 1911-ben épült drótsorát váltotta le. Az új soron 5—25 mm átmérőjű hengerhuzalt és 12—45 mm átmérőjű rúdacélokat fog hengerelni. A méret-, de főként a köralaktartás sokkal jobb lesz. 250 kg-os kötegekbe csomagolnak. A hengerlés sebessége 300 m/s. Az új hengersoron és a már néhány év előtt létesített régebbi soron gyártott hengerhuzal és rúdacél nagyértékű nemesacél. E két sor a teljes programot 5—240 mm átmérő között ki fogja elégíteni.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **NSZK**-ban **Dillenburgban** a Stahlwerke Südwestfalen AG gyárában néhány hónappal ezelőtt üzembe helyeztek egy duó állványt, melyen *hidegenhengerelt* és lágyított *ferrites* és *austenites rozsdaálló* acélt poliroznak és dreszíroznak. A hengerek állítása hidraulikus, átmérőjük 800 mm, testhosszuk 1500 mm. A hengerlés sebessége 200 m/perc, a legnagyobb tekercssúly 13 t.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **USA**-ban a Mc. Louth Steel Corp Detroit-i gyár a bramma hengerlésről áttér a *folyamatos öntésre*, mely a munkát tetemesen megrövidíteni hivatott. Az első lépésként egy berendezést helyeztek üzembe, mely 200—250 mm × 1500 mm méretű brammákat önt. A berendezést a Schloemann cég szállította.
St. u. E. 1963. 23. sz.

*

Az **NSZK**-ban **Eichenben** a Hüttenwerk Siegerland *széntelenített lemezt* állított elő zománcozási célra. A széntelenített acéllemez zománcozásakor el lehet hagyni az alapzománcozást s a fedőzománc közvetlenül az acéllemezre rávihető. Az eljárást az USA-ban fejlesztették ki.
Frankfurter Allgemeine Zeitung 1963. XI. 4.

*

A **Montanunió** *export-import mérlege* 1963. I. félévében hengerelt áruban a szocialista országokkal

	Montánunió			
	Exportja		Importja	
	t	átlagár $/t	t	átlagár $/t
Bulgária	37 075	163,71	2 347	78,67
Csehszlovákia ..	16 182	209,77	50 929	81,53
Jugoszlávia	53 758	170,80	42 119	76,90
Lengyelország ..	9 754	311,87	25 716	82,51
NDK	21 079	112,23	16 399	66,67
Magyarország ..	18 887	188,19	41 454	84,19
Románia	20 657	208,74	30 484	60,03
Szovjetunió	182 323	124,21	273 867	82,96

Montan 1963. XI. 5.

Chile 10 000 t *blister rezet* szállított 1963-ban a Szovjetunióba.
Metall Bulletin 1963. XI. 22.

*

Bulgária 1,5 millió font értékben egy *sárgaréz hengerművet* vásárolt Angliában. A hengerművön sárga és vörösréz lemezeket és szalagokat fognak gyártani. A hengermű kapacitása 150 000 t/év lesz.
NE-Metalle 1963. XI. 20.

*

A **kubai kormány** a Szovjetunió és Csehszlovákia segítségével bővíti a *nikkelszulfid* és *kobaltoxid* termelését Nicaraban és Mos Bay-ban.

Metal Bulletin 1963. XI. 22.

*

Japán *csőtermelése* erősen eltolódik a *hegesztett cső* felé. A csőtermelés t-ban

	Varrat-nélküli	Villamos hegesztett	Gáz-hegesztett	Összes
1955	221 572	157 058	53 603	432 233
1957	248 997	224 883	100 370	574 250
1959	316 854	390 533	165 207	872 594
1961	461 734	951 738	241 099	1 654 571
1962	448 066	1 136 114	200 477	1 784 657

Metal Bulletin 1963. XI. 26.

*

Az **NDK**-ban a lengyel határ közelében egy új *acélművet* állítanak fel, a gyár 1973-ig kész lesz. A gyár oxigénes konverterből, egy meleg- és egy hideghengerműből és egy csőgyárból fog állani. Az üzem főtermékei villamos lemez és hegesztett cső lesz.

Montan 1963. XII. 2.

*

Bulgária 20 000 t *nyersvasat* adott el Olaszországnak s helyette *hengerelt árut* vásárolt.

Comtel-Reuter 1963. XI. 27.

*

Az **USA** *alumínium* termelő *cégeinek* száma a következő :

Alumínium-kohó	7
Tuskógyártó	69
Átolvasztó	84
Lemezgyártó	43
Fóliagyártó	17
Drót és hengereltanyag	87
Sajtolt rúd és cső	175
Alumíniumpor és -paszta	9
Kovácsoló	41
Öntöde	3500

Egy-egy cégnek lehet több üzeme is.

Metall 1963. 12. sz.

*

Az **USA**-ban *alumínium* előállítás t-ban :

1956-ban	1 523 000
1958-ban	1 420 000
1960-ban	1 828 000
1962-ben	1 921 000

Metall 1963. 12. sz.

*

Az **USA**-ban *alumíniumöntvény*-gyártás

	t	kg/fő
1956	363 000	2,1
1958	291 000	1,6
1960	340 000	1,8
1962	422 000	2,2

Metall 1963. 12. sz.

*

Az **USA**-ban az *alumíniumöntés* megoszlása százalékban

	Homok	Kokilla	Gép
1950	34,6	34,0	31,4
1952	38,1	28,7	33,2
1954	25,4	34,8	39,8
1956	21,7	30,9	47,4
1958	19,7	31,2	49,1
1960	17,3	34,6	48,1
1962	15,9	31,9	52,2

Metall 1963. 12. sz.

*

Az **USA**-ban az *alumíniumfogyasztás* megoszlása százalékban

Közlekedési eszköz	23,4
Gép és készülék	7,3
Elektromosipar	10,9
Csomagolás és tartály	6,7
Építészet	23,4
Egyéb	21,1
Export	7,2

Metall, 1963. 12. sz.

*

Argentinában az olasz Pirelli S. A. cég egy új *rézhengerművet* helyezett üzembe. Az új gyár havi 6000 t rezet tud feldolgozni. A korszerű gyár 7 mm átmérőjű drótot 85 m/s sebességgel hengerli. Egy szál hossza 312 m. A munkairányítást fotocellák végzik.

Metall 1963. 12. sz.

*

Indiában Keralában egy 20 000 t/év, **Udaipurban** egy 18 000 t/év kapacitású *cinkkohót* építenek. India kohócink szükséglete ennél jóval nagyobb, évi 75 000 tonna az importja.

Metall 1963. 12. sz.

*

Jugoszláviában Kalnaban 1963 novemberében üzembe helyeztek egy uránércbányát. Ugyanakkor az uránércelőkészítő is üzembe került. Az uránércből egy erőművet szándékoznak ellátni.

Metall 1963. 12. sz.

Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar lajstromszám : 150 845 **Eljárás réznek cinket, ólmot és rezet tartalmazó anyagokból, cink-olvasztó aknáskemencében való elkülönítésére.** Metallurgical Processes Ltd. Feltalálók : *Morgan, Stephen Kenneth, W.* és *Massion, Wolfgang* kohómérnökök.

Bej. napja : 1962. szept. 7.

Magyar lajstromszám: 150 920 **Eljárás indukciós kemence döngölt tégelyének készítésére nagytisztaságú fémekolvasztásához. Vasipari Kutató Intézet,** feltalálók : *Ágotai Béla* és *Martin Imre* kohómérnökök.

Bej. napja :1962. szept. 7.

A magnéziumoxid alapanyagú tégelyeket indukciós kemencékben elsősorban a nagytisztaságú fémek olvasztására használják. Az eddigi eljárások szerint az indukciós tekercsbe helyezett acéllemez sablonba döngölik be a kötőanyaggal kevert finomra őrölt tégely anyagot. Az így elkészített laza és kis szilárdságú tégelyt zsugorították. A tégelyek tartóssága az elkészítés körülményeitől és a nyersanyag minőségétől függött és meglehetősen szubjektív volt. A nagytisztaságú fémek olvasztásához és méginkább a vákuumos eljárásokhoz a követelmények a tégely minősége iránt fokozódtak. A világszerte megindult kísérletek elsősorban jobb tégelyanyagok előállítását tűzték ki célul maguk elé. Kedvező összetételű és szemcseeloszlású magnéziumoxid-massza anyagokat dolgoztak ki. A találmány szerint a tégely tartóssági szilárdságát a tégely rétegeinek eloszlása határozza meg. A legbelül levő zsugorított, majd a középső agglomerált és a legkülső poros réteg vastagságának arányára legkedvezőbbnek a 30—33 : 29 — 32 : 35 — 40% arányt találták. Ennek ismeretében kidolgozták a tégely előállítását nagy részletességgel és diagramban ábrázolták a legkedvezőbb kiégetési idő—hőmérséklet összefüggéseket. A leírt módszerrel pl. a vákuum olvasztókemencéhez készített tégelyek átlagos tartóssága 100 olvasztás feletti, ami a vákuumkemencék magnéziumoxid tégelyeire világviszonylatban is rendkívüli.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. évf. 3. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Мештер, И.: **Неоднородность сталей и их механические свойства** ..... С 105

Влияние выделений и включений в сталях на их механические свойства доныне еще не вполне выяснено. Значительные неоднородности в небольших испытуемых образцах вызывают большие отклонения между их показателями, однако, характер выплавки определяют менее значительные неоднородности, создающиеся под действием общих металлургических факторов, оказывающих свое влияние в концу производства выплавки. Наиболее характерными с этой точки зрения являются поверхность продольного излома вытянутого до пятикратного материала и сравнение продольно-поперечных проб, где наблюдается в первую очередь ухудшение контракции, и в связи с этим, в первую очередь, одновременное ухудшение и предела усталости.

Уевигни, Р.—Девелай, Р.: **Усовершенствования, достигнутые в свариваемости алюминиевых сплавов** ..... С 113

Опыты, проведенные для устранения трещиноватости не подвергшийся термической обработке сплавов Al-Mg, сплавов Al-Zn-Mg, улучшающихся самостаятельно и подвергшихся термообработке сплавов; результаты опытов.

Э. Сюч: **Положение производства кислотоупорных сталей в Венгрии** ..... С 121

После краткого исторического обзора указана в работе необходимость в производстве кислотоупорных листовых сталей в Венгрии. Перечислены трудности получения кислотоупорной стали и проблемы, возникающие при дополнительной переработке блюма. Показаны неправильные явления, обнаруживаемые при применении кислотоупорных стальных листов в Венгрии. Описаны физикохимические преимущества центробежного литья кислотоупорной стали, и показана преимущественная экономичность отечественного производства кислотоупорных листовых сталей.

Др. Э. Хорват: **200 лет обучения металлургии в Венгрии** ..... С 126

200 лет тому назад были учреждены кафедры „Металлургии, Минералогии и Химии" в высшем учебном заведении горных дел и металлургии в г. Шелмец. Описана история развившейся из последнего кафедры металлургии до наших дней.

В. Фиклер—К. Х. Шмит: **Электронно-оптическая установка типа ЭФ-4 (Иена)** ..... С 130

Электронная микроскопия, метод электронной диффракции, рентгеномикроскопия являются важными методами современного металлургического испытания микроструктуры материалов, соединенными все в описанной установке. Шлифы, отпечатки могут быть подвергаться испытанию последовательно всеми указанными методами, с помощью простого переключения. Габаритные предметы можно устанавливать для испытания методом электронной диффракции на специальной гониометрической головке. Разрешающая способность аппарата при просвечивании составляет 2—3 миллимикрона, увеличение — до масштаба 40 000 : 1. В работе показаны практические примеры применения, иллюстрированные рисунками.

Шинаи, Г.: **Новые результаты исследования материалов и возможность их применения в алюминиевой промышленности** ..... С 137

Ознакомление понятиями. Новые направления исследования материалов и их оценка. Механические исследования. Физические измерения. Физические факторы дают знания о внутренной структуре материала.

Цеяе, А.: **Новые огнеупорные материалы для печей електролиза алюминия** ..... С 142

После описания футеребки примененных доныне електролизующих печей и свойств проводников тока, изготовленних из керамических материалов, автором описаны свойства разработанных заграницей новых материалов. В связи с улучшэнием полезного действия тока, с более равновеpным ходом печи, с исключением зашламления, а также и со снижением температуры — на основе заграничных опытов — можно получать экономию в 1—5%.

Д-р. Э. Буйдошо—М. Мишкеи—Д. Ормош: **Исследование поведения цинка в процессе декомпозиции производственных алюминатных растворов с помощью радиоактивного изотопа** ..... С 146

Исследование поведения цинка при декомпозиции натриевых алюминатных растворов глиноземного завода с применением метода радиоактивной индикации, при изменении исходного содержания цинка в растворе. Опыты были произведены с применением производственного натриево-алюминатного раствора в лабораторном аппарате для декомпозиции, с помощью обычно применяемого ныне метода декомпозиции. При этом было установлено, что некоторая часть цинка связывается по гидрату, и связывание можно описывать с помощью изотермы Лангмюира.

Веллер, Й.—Келинг, Г.—Ремане, С.: **Пользучесть алюминиевых сплавов, поддающихся к дефориации, при температурах от 20 до 300° С** С 149

Прошедший искусственное старение сплав AlZnMg3 при комнатной температуре оказывается более премущественным, чем прошедший естественное старение сплав AlCuMg2, до температуры 130° С можно рекомендовать материалы AlCuMg, а при температурах несколько выше 200° С — сплав AlCu 2Mg 2NiFe При температуре от 200 до 250° С в случае кратковременной нагрузки можно применять не содержащий никель сплав типа AlCu6MnTiMg, за то в интервале температур от 250 до 300° С при продолжительной нагрузке не содержащие магний сплавы AlCu6MnTi и AlCu6MnVZr оказываются лучшими всех остальных сплавов

алюминия; однако, и последние полностью не достигают отличных значений сплава SAP865.

Пеце, Л.—Фелкл, О.: **Данные к поведению жидкой стали в ковше при нормальной атмосфере и в вакууме, полученные с помощью радиоактивных изотопов** ..... **C** 153
В статье сравниваются условия течения жидкой стали в периоде вливания и выдержки с данными течения, поступающего во время вакуумирования стали в ковше. Опыты проводились на шарикоподшипниковой стали с помощью радиоактивного изотопа Cu^{64}, что был подведён под шлаком непосредственно после выпуска стали в ковш. После ваккумирования в ковше получили ровное распределение изотопов в стали в результате её активного движения.

На урнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных чнателей у организации: KULTURA Budapest 62, P, O, B, 149. Венгрия.

INHALT

Mester, I.: **Zusammenhang zwischen der Inhomogenität und den mechanischen Eigenschaften der Stähle** ..... **S** 105
Die Wirkung der Ausscheidungen und der Einschlüsse auf die mechanischen Eigenschaften der Stähle ist bis heute noch nicht vollständig geklärt. Grosse Inhomogenitäten bewirken eine starke Streung der Ergebnisse von verhältnissmässig kleinen Probekörpern. Kennzeichnend, bzw. massgebend für die Güte einer Stahlcharge sind die Inhomogenitäten kleinerer Grösse. Auf die Ausbildung dieser kleineren Inhomogenitäten üben die am Ende der Chargendauer wirkenden metallurgischen Faktoren den ausschlaggebenden Einfluss aus. Zur Beurteilung der Stahlgüte in Hinsicht der Inhomogenitäten sind die Längsbruchflächen aus einem Werkstoff von 5-facher Streckung, sowie auch der Vergleich der Längs- und Querproben am geeignetsten. Die Verschlechterung der Einschnürungswerte und die damit zusammenhängende Verminderung der Ermüdungsgrenze hängen auch eng mit den Inhomogenitäten des Stahles zusammen.

Chevigny, R.—R. Develay: **Verbesserung der Schweissbarkeit von Aluminiumlegierungen** 113
Versuche zur Vermeidung der Rissbildungsneigung bei nicht aushärtbaren Al—Mg-Legierungen, bei selbsthärtenden Al—Zn—Mg-Legierungen und bei aushärtbaren Legierungen und die dabei erzielten Erfolge.

Szücs, E. **Lage der Erzeugung von nichtrostenden Blechen in Ungarn** ..... **S** 121
Begründung der einheimischen Herstellung von nichtrostenden Blechen. Schwierigkeiten bei der Stahlerzeugung und beim Verarbeiten der Stahlblöcke. Die physikalischen und chemischen Vorteile eines rotierenden Gusses von nichtrostenden Stählen (Schleuderguss). Die wirtschaftlichen Vorteile der einheimischen Herstellung dieser Bleche.

Horváth, Z. dr.: **200 Jahre metallurgischer Unterricht in Ungarn** ..... **S** 126
Gründung des Lehrstuhles für Hüttenwesen, Mineralogie und Chemie auf der Montanistischen Hochschule zu Selmecbánya vor 200 Jahren. Die weitere Entwicklung, bzw. Aufteilung des Lehrstuhles im Laufe der Zeiten.

Fickler, W.—K. H. Schmidt: **Elektronenoptische Einrichtung Typ EF4 (Jena)** ..... **S** 130
Die Elektronenmikroskopie, das Elektronen-Abbiegungsverfahren, die Röntgenmikroskopie sind die wichtigsten Untersuchungsmethoden der zeitgemässen hüttentechnischen Mikrostrukturforschung. Das beschriebene Gerät vereinigt in sich all diese Verfahren. Die Schliffe und Abdrücke können durch einfache Umstellung nach einander mit den angeführten Verfahren geprüft werden. Die grösseren Gegenstände können zur Elektronenabbiegung an einem separatem Goniometerkopf eingestellt werden. Die Auflösungsfähigkeit des Gerätes beträgt bei der Durchleuchtung 2 bis 3 nm. und die Vergrösserung bis 40 000 : 1. Praktische Anwendungsbeispiele.

Sinay, G.: **Neue Ergebnisse der Materialprüfung und ihre Anwendung in der Aluminiumindustrie** ..... **P** 137
Begriffe. Richtung und Bewertung der neuen Prüfverfahren. Mechanische und physikalische Prüfungsmethoden. Die physikalischen Kennzahlen geben Auskunft über den inneren Aufbau der Werkstoffe.

Czeke A.: **Neuere feuerfeste Werkstoffe für Aluminium-Elektrolysieröfen** ..... **S** 142
Beschreibung der bisher angewandten feuerfesten Futter für Elektrolysieröfen, der Eigenschaften der keramischen Stromleiter und der im Ausland entwickelten neuen Werkstoffe. Infolge des Anstieges der Stromausbeute, des gleichmässigen Ofenganges und des Entfallens der Verschlammung und des Temperaturabfalles kann auf Grund von ausländischen Erfahrungen eine 1 bis 5 %-ige Einsparung erzielt werden.

Dr. Bujdosó, E.—M. Miskei—Gy. Ormos: **Untersuchung des Verhaltens von Zink bei dem Ausrühren von Betriebs-Aluminat laugen mit Hilfe von radioaktiven Isotopen** ..... **S** 146
Untersuchung des Verhaltens von Zink bei dem Ausrühren der in Tonerdefabriken anfallenden Natriumaluminatlaugen mit unterschiedlichem Ausgangs-Zinkgehalt mit einer radioaktiven Indikationsmethode. Die Versuche wurden mit Betrieb-Aluminatlaugen in einem Laboratoriums-Ausrührer mit der derzeit angewandten Ausrührmethode durchgeführt. Das Zink wird teilweise an das Hydrat gebunden und die Abbindung kann mittels der Langmuir-Isotherme beschrieben werden.

Weller J.—Kähling G.—Rehmane S.: **Kriechverhalten der knetbaren Aluminiumlegierungen zwischen 20 und 300° C** ..... **S** 149
Bei Zimmertemperatur ist die gehärtete AlZnMg3-Legierung besser, als die selbsthärtende AlCuMg2-Legierung. Bis zu 130° C können die AlCuMg-Werkstoffe gebraucht werden, bis oberhalb 200° C die Legierung AlCu2Mg2NiFe. Zwischen 200 und 250° C kann bei kurzzeitiger Belastung die nickelfreie AlCu6MnTiMg-Legierung angewandt werden, zwischen 250—300° C sind für langzeitige Belastungen die magnesium-

freien AlCu6MnTi and AlCu6MnVZr-Legierungen am besten, obwohl sie die ausgezeichneten Eigenschaften des SAP865 nicht erreichen.

Pőcze, L.—Fölkl, O.: **Untersuchung des Verhaltens des flüssigen Stahles in der Pfanne unter atmosphärichem Druck und im Vakuum mit Hilfe von radioaktiven Isotopen** ..... S 153
Es wurden die Strömungsverhältnisse des Stahles während des Ausruhens in der Pfanne unter Normaldruck mit den Strömungen bei der Pfannen-Vakuumbehandlung verglichen. Untersucht wurde ein Kugellagerstahl ; als Isotop diente Cu^{64}, welches sowohl beim herkömmlichen Abgiessen, wie auch bei der Vakuumbehandlung gleich nach dem Vollgiessen der Pfanne unter die Schlackendecke eingebracht wurde. Die Vakuumbehandlung ergab infolge der heftigen Bewegung des Stahles eine gleichmässige Isotopenverteilung.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzns Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Mester I.: **The inhomogeneity and mechanical properties of steels** ..... P 105
The influence of precipitates and inclusions on the mechanical properties of steels is not quite clear even now. In small test pieces large inclusions cause a high scatter of the property values but the small inclusions are characteristic of the charge and these are influenced by the metallurgical factors operating towards the end of the working of the charge. This is shown most clearly by the longitudinal fracture surface of a material after fivefold stretching and by the comparison of the longitudinal and transverse values, especially by the decrease of contraction and fatigue limit.

Chevigny, R.—Develay, R.: **Improving the weldability of aluminium alloys** ..... P 113
Experiments for eliminating the cracking tendency of the not heat-treatable Al—Mg alloys, the selfhardening Al—Zn—Mg alloys and the heatt reatable alloys and their results.

Szücs E.: **The Hungarian production of acid-resistant plate** ..... P 121
After a short historical survey the necessity for a Hungarian production of acid-resistant plate is shown. The production difficulties of acid-resistant steel and the problems of working the billets are described. Cases of abuse of the acid-resistant plate in Hungary. The physicochemical advantages of the centrifugal casting of acid-resistant steel and the advantageous economical position of the acid-resistant plate production in Hungary are discussed.

Dr. Horváth Z.: **200 years of metallurgical training in Hungary** ..... P 126
At the University of Mining and Metallurgy at Selmec the Chair of „Metallurgy, Mineralogy and Chemistry" was founded 200 years ago. The development of this institution to the present Chair of Metallurgy is described.

Fickler, W., Schmidt, K. H.: **The electron-optical instrument type EF 4 (Jena)** ..... P 130
The instrument combines electron microscopy, the electron diffraction method and X-ray microscopy, these important methods of modern metallurgical investigation of microstructures. Polished specimens and replica can be investigated by any one of these methods simply by throwing a switch. Large objects can be adjusted for electron difraction on an angle tester head. In transillumination the resolution is 2—3 nm with an amplification of 40 000 : 1. Illustrated examples of practical application are given.

Sinay, G.: **Some recent results in materials testing and their application in the aluminium industry** ..... S 137
Definition of the concepts. Recent trends of materials testing methods and their evaluation. Mechanical and physical testing. The physical data give information concerning the internal structure of materials.

Czeke A.: **New refractories for aluminium electrolysing furnaces** ..... P 142
Description of refractories used at present in aluminium electrolysing furnaces, of the properties of ceramic conductors and of new materials developed abroad. The improvement of current efficiency, the more uniform furnace process, the elimination of sliming and temperature decrease can lead to an economy of 1 to 5 per cent according to foreign experiences.

Dr. Bujdosó, E.—Miskei, M.—Ormos, Gy.: **Investigating the behaviour of zinc during the precipitation of plant alumina liquors by the aid of radioactive isotopes** ..... P 146
Investigating the behaviour of zinc during the precipitation of sodium aluminate liquors with variable original zinc content formed in alumina plants by a method using radioactive indication. The experiments were performed with sodium aluminate liquor from the plant in a laboratory precipitator with the precipitation method employed at present. Zinc is partly retained in the hydrate and the process of retention can be described by the Langmuir isotherm.

Weller J.—Kähling G.—Remahne S.: **Creep properties of wrought aluminium alloys between 20 and 3000 deg. C** ..... P 149
At room temperature the artificially aged AlZnMg3 alloy is better than the naturally aged AlCuMg2. Up to 130 deg. C AlCuMg alloys should be used, at temperatures slighltly above 200 deg. C AlCz2Mg2NiFe alloys are best. For short stresses between 200 and 250 deg. C a nickel-free AlCu6MnTiMg type alloys should be used. In the temperature zone of 250 to 300 deg. C for long stressing the magnesium-free alloys AlCu6MnTi and AlCu6MnVZr are the best, Although they fall short of the very excellent SAP865 alloy.

Pőcze L.—Fölkl O.: **Some data obtained with radioactive isotopes concerning the behaviour of lignid steel in the ladle at atmospheric pressure and in vacuum** ..... P 153
The flow characteristics of steel in the ladle during holding and casting are compared with the flow characteristics of the liquid steel during vacuum treatment in the ladle. The investigations were performed on ball bearing steels with the isotope Cu^{64} which was introduced into both the normal and the vacuum-treated steels after tapping immediately below the slag blanket. During vacuum treatment in the ladle in consequence of the violent motion a practically uniform isotope distribution was obtained.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

97. évfolyam **3. szám** 1964. március

Acélok inhomogenitása és mechanikai tulajdonságai

MESTER ISTVÁN

DK 669.14.018.2 : 620.171.001.5

Az ipari acélokat nem lehet egynemű, homogén anyagnak tekinteni. Azok az anyagok is, amelyekből az acélokat előállítják, a Fe-on és C-on kívül sok más elemet is tartalmaznak. A folyékony acéllal érintkezésbe jutó különféle anyagból szintén belejut és bent is marad valamennyi. Ezek egy része apró szuszpenzumokat képezve lebeg a folyékony acélban és nagyrészt bele is dermed.

Az acélok inhomogenitásának másik főforrása a dermedési folyamat. A kristályok a fokozatosan megdermedő fém különböző koncentrációjú rétegének egymásra rakódásai révén növekszenek meg.

Hogy az inhomogenitásoknak — dúsulásoknak és nemfémes zárványoknak — milyen a hatása az acélok különböző mechanikai tulajdonságaira, ez egyike az acélok felhasználóit legjobban érdeklő kérdéseknek. A szakirodalom sokat foglalkozik e problémával, mely máig sincsen kellőképpen tisztázva.

Az acélokba bekerült vagy ott keletkezett inhomogenitás az acél feldolgozása közben nyeri el végleges alakját, méretét, sőt mértékét is. Hatása függ a vizsgált acéldarab méreteitől, s attól is, hogy milyen inhomogenitások hova kerülnek, azaz a próbatest melyik részére, s milyen az alkatrész szövetszerkezete, belső feszültségi állapota, felületének simasága stb.

Ennyi tényező egyidejű figyelembevétele elméleti úton lehetetlen, s a szakirodalom alapján a kutatók egy-egy tényező vizsgálatakor igen sok egyszerűsítésre kényszerültek. Így érthető a sok szakirodalmi ellentmondás. Éppen az itt észlelt hiányosságok némi csökkentését célozza ez a tanulmány.

Régebbi tapasztalatok alapján egyes vizsgálati módok elvi értékelése

Az acélok inhomogenitási problémáival 1930 táján találkoztam első ízben. Akkor a szakirodalom is csak szórványosan és nagyon szűkre szabott szempontok szerint foglalkozott e kérdéssel. Az acélgyáraknak nem volt érdekük e problémának nyilvános boncolgatása, miért is csak különleges felhasználáshoz jelentkeztek a feldolgozók az acélok inhomogenitását érintő előírással.

Belföldön is nagy nehézség mutatkozott akkoriban az ilyen gyártmányok minősítésében. A drágán megfizetett külföldi szakértők sem tudták a feladatot megoldani. E problémával foglalkozva felismertem az alapokát, tervszerűen kidolgoztam egy olcsó módot az ilyen acélok előzetes minősítésére.

Az a ma már szakkörökben általánosnak tekinthető felismerés volt az alapja az elgondolásomnak, hogy az acéladag kikészítési periódusában együtt levő metallurgiai tényezők összhatása a döntő e gyártmányok minőségére, és nem az öntésé és a feldolgozásé. Ezt az idő tájt az ügyben érdekelt gyár szakemberei határozottan kétségbe vonták.

Bár e téren szerzett megfigyeléseim több mint 30 évesek, publikálva ezek mindeddig nem voltak, s a szakirodalomból sem ismeretesek zömükben, így ma is érdekes lehet azok ismertetése.

Éppen a legigényesebbnek tekinthető néhányszáz acéladagon másfél évtizeden át szerzett tapasztalat alapján — melegalakítással legalább ötszörös nyújtást kapott anyagok mikroszkópos, makroszkópos vizsgálati adatait, valamint hossz- és keresztirányú mechanikai tulajdonságait összevetve — vélem a legjobban jellemző összefüggést találni az acélok inhomogenitása és mechanikai tulajdonságai között.

A mikroszkópos vizsgálat. Ma még ez a leghasználatosabb az acélok nemfémes inhomogenitásának a jellemzésére, bár a szabványokban előírt zárványvizsgálati mód nagyon tökéletlen. Mind a szovjet, mind az NDK szakirodalmában jól átgondolt és megindokolt ilyen álláspont található erre ma már. A szakirodalomban szereplő érveken túl azonban azért sem lehet ez eléggé jellemző, mert az acélokban levő finom zárványok zöme fémmikroszkóppal nem is észlelhető, még nagyobb nagyítással sem.

A primér kristályszerkezet. Az apró nemfémes szuszpenzumnak már az acélok megdermedésekor fontos kristályosodási magot képező szerepe lehet. Tehát nyilván erősen befolyásolja a kristályosodást is. Számukkal együtt erősödik hatásuk is az acélok

mechanikai tulajdonságaira. A rájuk felépülő primérkristályváznak anizotrópiát okozó hatása különösen nagyra nőhet, ha a különböző koncentrációjú kristályréteg a melegalakítás folyamán egyirányban nyúlik.

A primér kristályosodás vizsgálata tehát szintén fontosnak ígérkezik az acélok inhomogenitási mértékének megítélésére.

Hosszirányú törési felület. A nyújtás irányában mintegy kiterített anyagegyenlőtlenségek az erre merőleges húzóerő hatására nyúlnak, míg a ridegséget okozó dúsulásoknál vagy a nemfémes zárványok körzetében kialakult feszültségi csúcsok miatt az anyag elválik egymástól. Így az inhomogenitások hatása a mechanikai tulajdonságokra keresztirányú szakítópróbákkal és emellett statikus terheléssel előállított hosszirányú törési felületen is jól tanulmányozhatónak látszik. Ugyanis hajlításkor 1—2 mm széles bemetszés körzetében ott reped be és válik el az anyag egymástól, ahol az inhomogenitások hatására legnagyobb feszültségi csúcsok keletkeznek, másrészt legkisebb az anyag szilárdsága.

A kísérlet iránya és a kísérleti anyag

A felsorolt meggondolások alapján tehát tanulságosnak ígérkezik mikroszkópos és makroszkópos módszerekkel megvizsgálni néhány jellegzetes acélfajtát, s az észlelt tüneteket összevetni a szintén elvégzett mechanikai vizsgálatok eredményeivel. Több olyan törvényszerűség megállapítása remélhető így, amely némileg jellemző lesz az acélok inhomogénitásának mechanikai tulajdonságokra kifejtett hatása szempontjából.

A hazai iparban ma érvényesülő metallurgiai tényezők hatásának vizsgálatára csakis nagy, ipari adagokból származó kísérleti anyag volt alkalmas. Az öntött tuskók középső, legtisztább részéből való bugadarabokat használtam a kísérlethez, hogy az acél kikészítésén kívül álló egyéb hatást kiküszöböljem.

Az összefüggések bemutatására most tervezett kísérletet nyolc adag anyagával végeztem el, amelyek közül :

egy csillapítatlan lágyacél *A* jelzésű,
egy kb. 0,6% C-tartalmú ötvözetlen acél ..... *D*,
két CrMo ötvözésű nemesített acél .. *B* és *M*,
három CrNi ötvözésű nemesített acél . *C*, *E* és *L*,
egy nagy kéntartalmú automata acél *S* jelzésű.

E nyolcféle adagból származó anyag jellemzőit az *1.* és *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

A kísérleti anyagok öntési és melegalakítási méretadatai

Jel	Tuskó ker. metsz. dm²	Végső		Melegalakítás nyújtással kb. (szoros)
		mérete mm	ker. metsz. dm²	
A	29,2	145⊠	2,10	13,9
B	21,0	145⊠	2,10	10,0
C	21,0	145⊠	2,10	10,0
D	39,6	145⊠	2,10	19,6
E	21,0	145⊠	2,10	10,0
L	19,0	200⊠	3,14	6,0
M	21,0	145⊠	2,10	10,0
S	30,0	61⌀	0,30	100,0

Az ötvözetlen *A*, *D* és *S* acél Siemens—Martin-kemencében készült ócskavas-nyersvasbetéttel, a többi öt adag villamosív-kemencében. A *B*, *C* és *M* jelű acélokat ötvözött ócskavas betéttel, míg az *E* és *L* jelű adagot ötvözetlen acélhulladékból ötvöző hozaganyaggal gyártották. Az öt elektroacél fehér (karbidos) végsalakkal készült.

Az acélokat — az *L* kivételével — négyszögszelvényű kokillába öntötték, amit előnyújtó hengersoron való kihengerlés követett. Az *S* acélt egy másik hengersoron kb. 60 mm átmérőjű rúddá hengerelték. Az *L* acél tuskója nyolcszögletű volt, s ebből kovácsolták sajtón, de lehűlése nem volt elég lassú, így pelyhes lett.

A próbaanyagból keresztirányban kb. 20 mm vastag tárcsákat vágtunk ki, szívósra nemesítettük, s bemetszve lassú hajlítással 20 C°-os hőmérsékleten, illetve kéktörési hőmérsékletközben úgy törtük el, hogy hosszirányú törésfelületet nyerjünk. A primér szerkezetet Oberhoffer-féle maratással vizsgáltuk a szelvény szélétől a közepéig hosszcsiszolaton.

A mechanikai tulajdonságok vizsgálatára a szelvény különböző részéből hossz- és keresztirányú kb. 22×22 mm szelvényű hasábokat vágtunk, amelyeket külön nemesítettünk. Ezekből szakító- és fárasztópróbatestek készültek.

A vizsgálatok eredménye

Mikroszkópon az egész hosszszelvényt vizsgáltuk a bugadarab mindkét végén a 2668—53 sz. magyar szabvánnyal való egybevetés útján. A talált zárványosság :

1. táblázat

A kísérlethez használt acélok vegyi összetétele az elvégzett ellenőrző vizsgálatok szerint a következő

Jel	Összetétel, %							
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo
A	0,12	—	0,44	0,042	0,035	0,03	0,04	—
B	0,31	0,17	0,64	0,013	0,019	—	0,92	0,19
C	0,18	0,29	0,54	0,013	0,020	2,04	2,02	—
D	0,60	0,24	0,70	0,050	0,015	0,05	0,03	—
E	0,20	0,19	0,50	0,014	0,015	1,90	1,93	—
L	0,38	0,24	0,42	0,013	0,016	3,41	1,24	—
M	0,27	0,23	0,54	0,012	0,021	0,12	1,01	0,18
S	0,23	0,21	0,57	0,20	0,077	—	—	—

Az *A* külső tiszta övében : A_2 és D_2 *vé*, a hólyagkoszorúnál : A_5 *va*, D_5 *va*, C_4 *va*-t is meghaladó mennyiségű és méretű zárvány, a belső dúsulásos részben : A_4 *va*, D_3 *vé*, C_3 *va*.

A *B* acél kívül : A_1 *vé*, B_1 *va*, D_2 *vé* ; belül : ugyanaz.

A *C* acél kívül : A_{1-2} *vé*, B_{1-2} *va* és D_3 *vé*, belül : A_{1-2} *vé*, B_2 *va*, D_3 *vé*.

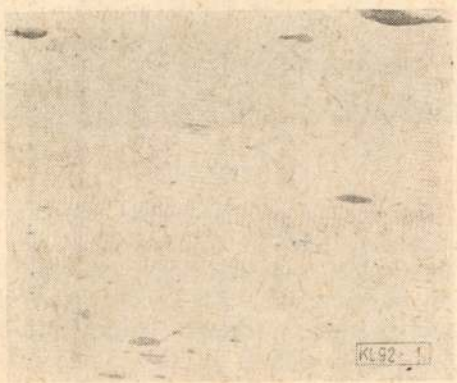
A *D* acél kívül : A_2 *vé*, B_1 *vé*, C_2 *vé*, D_1 *vé*, belül : A_{1-2} *vé*, C_{2-3} *vé*, D_2 *vé* (a látómezőn túlérő C_4 *va* is előfordul).

Az *E* acél kívül : A_{1-2} *vé*, B_{1-2} *vé*, D_{1-2}, belül : A_1 *vé*, B_{2-3} *va*, D_3 *va*.

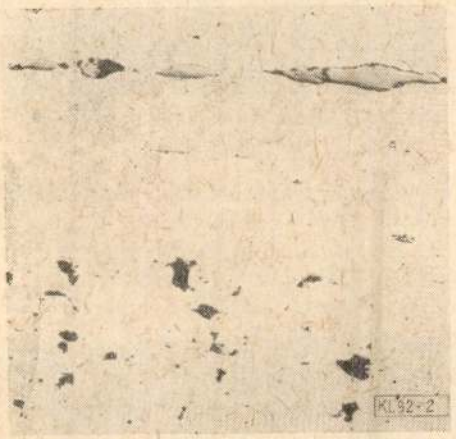
Az *L* acél kívül : A_1 *vé*, C_1 *vé*, D_2 *vé*, belül : A_2 *vé*, C_1 *va*, D_2 *vé*.

Az *M* acél kívül : A_{1-2} *vé*, C_2 *vé*, D_{1-2} *vé*, belül : ugyanaz.

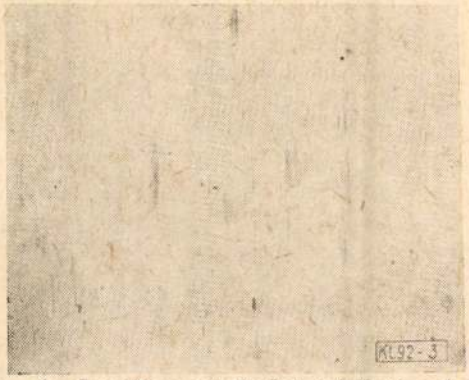
Az *S* acél kívül : A_5 *vé*, D_3 *vé*, belül : ugyanaz, de az A_5 *vé* típusú zárványok sokkal nyújtottabbak mint a szabványos mintaképeken.



1. ábra. Az A-acél hólyagkoszorús övére jellemző szulfidok
Nagyítás 75-szörös (eredeti 100-szoros)



2. ábra. Az A-acél hólyagkorszorús hosszirányában szulfidsor és kipergett szulfidok helyei
Nagyítás 75-szörös (eredeti 100-szoros)



3. ábra. Az S-acélban mindenhol található sok szulfid
Nagyítás 75-szörös (eredeti 100-szoros)

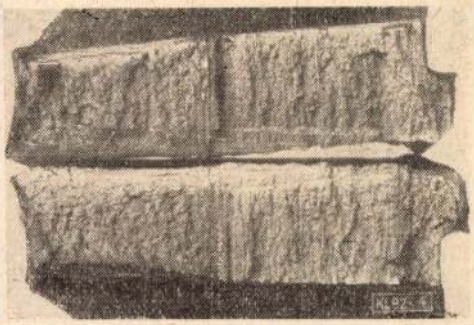
Az *A* acél hólyagkoszorús részében nagyméretű zárványok az *1.* és *2. ábrán*, az *S* acél szulfidzárványai a *3. ábrán* láthatók.

Makroszkópi vizsgálatok. Az anyag homogenitásának tájékoztató ellenőrzésére a szelvényről készült kénlenyomat szolgált. Ez csak a nemnyugtatott *A* és az *S* acélban mutatott így észlelhető inhomogénitást.

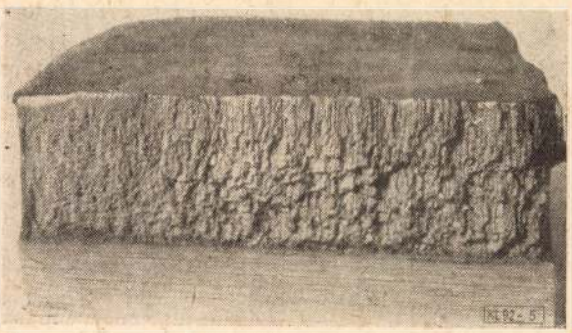
Az *A* acél kívül köröskörül a sugárnak több mint külső egyharmadáig dúsulástól mentes volt. Ezt az övet egy erősebb gázhólyagdúsulásos koszorú határolja belülről. Ettől kezdve befelé már erősen kéndúsulásos az anyag. Az *S* acél kénlenyomata erősen sötétbarna mindenhol a sok kén miatt.

A *tárcsák hosszirányú törési felületéről* fényképek is készültek, de hangsúlyozom, hogy a törési felület megítélése képeken át kevésbé tanulságos, mint közvetlen szemlélés útján. Így a törési felület részletei, a színdifferenciák a szórt fény irányához képest különböző szög alatt forgatott felületen sokkal több fontos megfigyelésre adnak lehetőséget

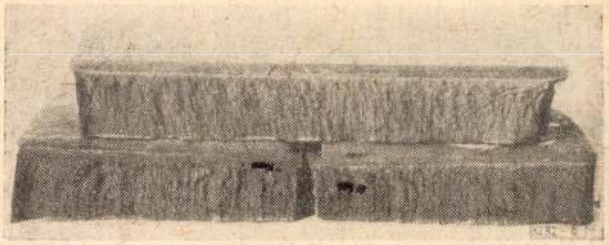
Az *A* acél törési felülete *(4. ábra)* külső részén nagy deformáció után jött létre, s csaknem a sugár külső feléig inkább finom recés hosszirányban, a hólyagkoszorúnál erős rostokat, beljebb sűrű rostokat mutat. A kéktörési felület kevésbé mutatja a részleteket.



4. ábra. Az A-féltárcsájának hosszirányú törési felülete

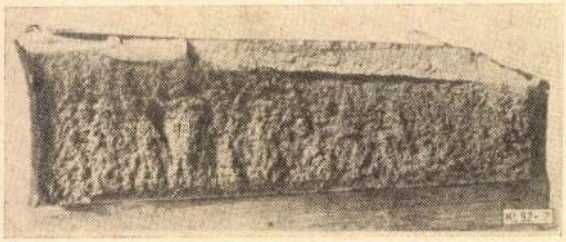


5. ábra. A B-acél féltárcsájának hosszirányú törési felülete



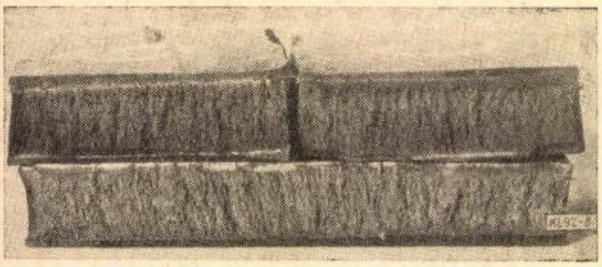
6. ábra A B-acél tárcsájának hosszirányú kéktörési felülete

A *B* acél törési felülete *(5. ábra)* a sugár külső egyharmadáig rostoktól mentes, recézett. Ettől befelé finom rostokból áll. A kéktörési próba még fényképen *(6. ábra)* is sokkal kevesebb részletet árul el az inhomogénitásokról.



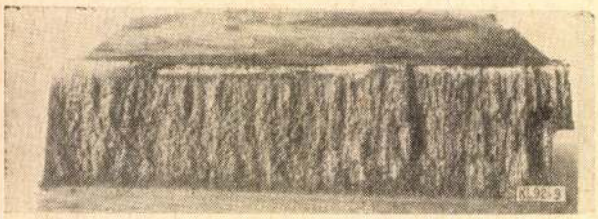
7. ábra. A C-acél féltárcsájának hosszirányú törési felülete

A *C* acél törési felülete *(7. ábra)* komoly deformációra vall, végig matt, recés. Rostosság nyomai belül is alig észlelhetők; a kéktörési felület *(8. ábra)* a szelvény belsejében inkább rostos.



8. ábra. A C-acél tárcsájának hosszirányú kéktörési felülete

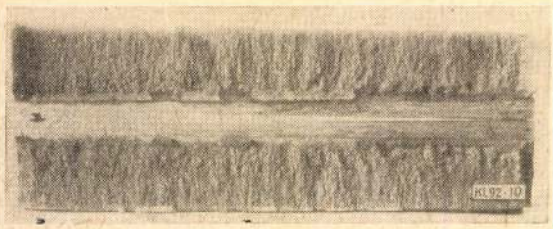
A *D* acél kéktörési felülete minden deformáció nélküli törésre vall, rajta elszórt nagyobb zárványok nyomai.



9. ábra. Az E-acél féltárcsájának hosszirányú törési felülete

Az *E* acél törési *(9. ábra)* felülete külső felében rostmentes, finom, recézett, befelé erősödő mértékű finom rostokat mutat, amelyben fényes csillogó elemek is előfordulnak. A kéktörési próba különösen utóbbiakból semmit se mutat *(10. ábra)*.

Az *L* acél törési felülete nagy deformáció utáni törésre vall. A szelvény külső részén rostok



10. ábra. Az E-acél tárcsájának hosszirányú kéktörési felülete

nyoma sem észlelhető, a szelvény belső részén is alig.

Az *M* acél kéktörési felülete a külső kevésbé rostos rész után belül rostosabb jellegűvé válik, a rostok azonban mélységben erősen tagoltak, finom szemcséjűek.

Az *S* acél törési felülete kívül néhány mm-es sávban még gyengén rostos, ettől beljebb már nagyon határozott sűrű, erős rostosság észlelhető mindenhol, a kéktörési próbán kb. ugyanaz látszik, de világosabban.

Primérkristályok a hosszmetszeten. Az acélon, a külső részen kristálydúsulásnak nyoma sincs *(11. ábra)*, ettől befelé sűrű rostosság mutatkozik.



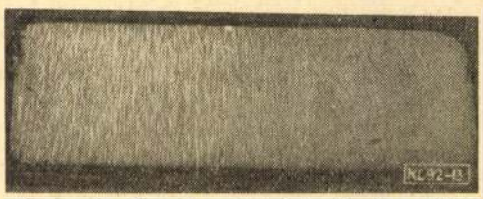
11. ábra. Az A-acél primérkristályai a féltárcsa hosszmetszetén

A *B* acél külső részén elmosódott, sűrű dendrites kristályágak, beljebb apró, sűrű cikk-cakk alakú kristályszerkezettel (a sűrű kristályág sok kristályosodási magra vall!). A *C* acél a szelvény közepéig nagyméretű határozott kinyújtott dendrit ágakra vall *(12. ábra)*. A *D* acélon mindenütt



12. ábra. A C-acél primérkristályai a féltárcsa hosszmetszetén

sűrű apró sorosság mutatkozik. Az *E* acél külső felén oszlopkristályszerű befelé nyúló dendrit ágak *(13. ábra)*, beljebb mind apróbb és sűrűbb primérkristályágak. Az *L* acélon oszlopkristályos dendritekre mutató, befelé irányuló kristály-



13. ábra. Az E-acél primérkristályai a féltárcsa hosszmetszetén

ágak, amelyek a szelvény belsejében apróbb kristályágakba mennek át. Az *M* acél kívül elmosódott, beljebb határozott nagyméretű kinyúlt dendrit ágak nyomait mutatja, amely a szelvény belseje felé apróbb. Az *S* acélon csak hosszan kinyúlt, sűrű vonalalakú kristálydúsulások mutatkoznak.

A mechanikai tulajdonságok

A nyolcféle acél vizsgálatát a szelvény különböző helyéről vett hossz- és keresztirányú szakító- és fárasztópróbákkal végeztük. Az *A*, *B*, *C*, *D*, *E*

és *M* acélból a hossz- és keresztirányú próbák helyzetét az 1. és 2. ábrák mutatják, míg az *S* acél az egész szelvényen egyformán szennyezett volt. Itt a keresztirányú próbákat átmérő mentén vettük. Az *L* acél próbáinak tengelyei 30 mm-nyire voltak a szelvény központjától, a külsők pedig 60 mm-nyire. A keresztirányú próbák tangenciálisak.

A szakítási eredményeket acélfajtánként külön táblázat tartalmazza *(3., 4. és 5. táblázat)*. A *K* jelzés keresztirányú, a *H* jelzés hosszirányú próbákat jelent.

3. táblázat

Az acélok szakítási eredményei

A próbatest jele	Folyási határ σ_F, kg/mm²	Szakítószilárdság σ_B, kg/mm²	Nyúlás δ_5, %	Kontrakció ψ, %
	A jelű anyag szakítási eredményei			
AK 1	16,6	31,8	45,6	61,6
2	16,8	29,9	10,0	7,8
3	15,9	34,0	15,2	19,0
4	16,6	36,7	19,0	22,6
5	16,6	33,6	32,8	60,3
AH 3	16,6	31,7	43,0	73,0
8	16,6	37,1	33,4	39,2
13	15,9	35,3	40,0	56,4
18	17,8	39,0	30,0	39,2
23	17,2	32,7	42,0	75,0
	B jelű anyag szakítási eredményei			
BK 1	58,3	72,3	20,0	52,4
2	57,0	70,8	16,8	39,2
3	54,0	69,3	15,0	40,7
4	57,8	71,6	17,2	34,4
5	58,1	72,1	21,8	53,8
BH 3	60,1	74,0	25,0	75,0
8	61,0	74,2	22,5	71,0
13	59,8	73,7	25,0	72,0
18	60,1	73,6	24,0	72,6
23	61,0	74,4	22,8	72,0
	C-jelű anyag szakítási eredményei			
CK 1	63,2	75,1	18,2	51,0
2	63,9	76,1	18,0	48,2
3	60,6	72,6	15,2	46,7
4	59,6	72,1	20,0	48,2
5	61,6	73,6	20,0	51,0
CH 3	64,9	76,7	24,0	75,0
8	63,7	75,6	23,2	75,0
13	64,9	76,9	24,0	75,0
18	65,7	77,4	23,4	74,0
23	65,3	77,0	24,0	75,0

A fárasztási vizsgálat és eredményei. A fárasztópróbatestek átmérője 10 mm volt. Amely acélból jellegzetesen változó szakítási eredmény adódott a szelvény különböző mélységében, vagy a makroszkópi vizsgálat mutatta az acélnak a szelvényben szabályosan jelentkező inhomogén voltát, ott az egyformának látszó rétegenként külön-külön is megállapítottam a kifáradási határt, de legalább annak viszonyát a más rétegekéhez képest, és még inkább a hossz- és keresztirányú ilyen értékek viszonyát.

A fárasztási vizsgálatot annak terjedelmessége miatt nagyfrekvenciás Russenberger-féle pulzátoron kellett végezni, de a frekvencia befolyásának csökkentésére 8000/perc alatt tartottam az igénybevételi frekvenciát.

4. táblázat

Az acélok szakítási eredményei

A próbatest jele	Folyási határ σ_F, kg/mm²	Szakítószilárdság σ_B, kg/mm²	Nyúlás δ_5, %	Kontrakció ψ, %
	D-jelű anyag szakítási eredményei			
DK 1	49,7	75,1	17,6	27,8
2	52,2	75,9	9,6	13,5
3	49,7	73,2	6,0	5,9
4	52,0	75,9	14,0	19,0
5	50,7	73,0	4,8	5,9
DH 3	50,9	75,4	24,8	55,1
8	53,2	76,7	23,6	56,4
13	50,4	73,3	24,0	59,0
18	51,2	72,1	19,8	60,3
23	53,0	74,4	22,8	57,8
	E-jelű anyag szakítási eredményei			
EK 1	61,1	72,8	21,8	59,0
2	63,3	74,9	15,2	43,8
3	60,1	71,7	15,2	36,0
4	63,2	74,9	15,0	39,2
5	60,6	72,1	20,6	57,8
EH 3	64,3	75,4	23,2	75,0
8	62,8	74,7	23,2	75,0
13	63,4	75,3	23,2	75,0
18	61,9	73,7	22,4	74,0
23	62,8	73,5	23,2	75,0
	L-jelű anyag szakítási eredményei			
LV H 22	78,7	96,3	19,2	61,6
27	77,0	96,0	21,6	45,2
28	80,7	97,4	19,2	57,8
LV K 14	73,3	95,1	18,0	51,0
34	67,5	100,2	14,0	39,2
LT H 9	80,2	95,5	20,0	61,6
12	71,3	102,1	18,0	48,2
LT K 14	73,9	97,0	16,6	42,2
34	70,0	100,8	13,4	43,8

Főleg az *A* acélnak a külső tiszta övéből készült próbatestek erősen nyúlni kezdtek már a fárasztás kezdetén, s már az első másodpercekben többször utána kellett állítani az e miatt csökkenő terhelést, amíg az állandósult. Ezzel a próbák előerősítést szenvedtek (hochtreniertté váltak). E folyamat kiküszöbölésére azután a lágyacélból a próbát vízedzéssel és megeresztéssel próbáltam fárasztásra alkalmasabb állapotba hozni. (Sokkal lassúbb, forgóhajtogatással fárasztó gépen is előfordult tapasztalataim szerint, hogy kék futtatási szín fölé is emelkedett a próbatest hőmérséklete a többmilliót elérő igénybevételig.)

Főleg az ilyen zavarok miatt a fáradási határra nyert számértékeket nem tekinthetjük annyira jellemzőnek, mint az egy-egy adagból kereszt- és hosszirányban megállapított kifáradási határ viszonyát, vagy a különböző tisztasági övekben külön-külön nyert kifáradási értékek viszonyát. E viszonyszámok illetve százalékok sokkal alkalmasabbak az inhomogenitásnak a ki-

5. táblázat

Az acélok szakítási eredményei

A próbatest jele	Folyási határ σ_F, kg/mm²	Szakítószilárdság σ_B, kg/mm²	Nyúlás δ_5, %	Kontrakció ψ, %
M-jelű anyag szakítási eredményei				
MK 1	50,9	66,2	20,0	51,0
2	50,4	66,5	17,3	46,0
3	49,7	66,7	13,2	44,2
4	50,2	65,9	18,1	49,0
5	50,9	66,0	20,1	51,0
MH 1	51,0	66,9	24,0	76,0
2	50,8	66,3	23,4	75,0
3	50,3	66,4	23,0	74,0
4	50,1	66,0	23,5	75,0
5	50,8	66,7	24,0	76,0
S-jelű anyag szakítási eredményei (hosszirányú)				
S 1	29,3	45,0	35,2	64,0
S 1	29,9	45,5	35,2	62,8
S 1	29,9	45,3	37,0	64,0
S 1	29,3	45,1	35,6	60,3
S 2	29,3	44,4	35,6	64,0
S 2	30,2	45,1	36,0	62,8
S 2	29,3	44,6	35,8	64,0
S 2	30,2	44,8	35,4	64,0
S 3	29,9	45,2	35,2	61,6
S 3	29,9	45,2	35,6	64,0
S 3	29,3	44,8	35,2	64,0
S 3	29,3	44,6	36,0	61,6
S-jelű anyag szakítási eredményei (keresztirányú)				
S 1	31,4	44,6	15,0	19,0
S 1	31,2	44,6	14,7	19,0
S 1	31,2	44,8	17,5	19,0
S 1	31,2	44,4	15,6	16,7
S 2	29,6	43,6	14,1	16,7
S 2	29,6	44,6	16,3	19,0
S 2	29,8	44,0	16,6	19,0
S 2	29,3	43,6	13,5	14,4
S 3	29,3	44,2	15,0	16,7
S 3	28,9	44,2	13,1	12,1
S 3	29,1	44,4	14,4	12,1
S 3	29,8	42,4	12,5	12,1

fáradási határt módosító hatásának a kimutatására. Az így is terjedelmes kísérlet csak 3 milliós igénybevételig rövidítve folyt, hiszen az is remélhető, hogy az így elért kisebb pontosság a viszonyszámokban már kisebb eltérést okoz.

Más nehézségek miatt a jobb összehasonlíthatóság érdekében át kellett térnem lengőről a lüktető fárasztásra, amit 0 és egy húzóigénybevétel közt változó igénybevétellel végeztem.

A nyolcféle acélból meghatározott lüktetőszilárdság adatai közül álljon itt az e szempontból érdekesebb 6 féle acélé :

Az *A* lágyacélra a tiszta külső övében

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányú}}{\sigma_r \text{ hosszirányú}} = \frac{40 \text{ kp/mm}^2}{43{,}5 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}92$$

a legszennyezettebb hólyagkoszorús övben :

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirány}}{\sigma_r \text{ hosszirány}} = \frac{28 \text{ kp/mm}^2}{38{,}2 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}73$$

A különböző szennyezettségű övben hosszirányban:

$$\frac{\sigma_r \text{ szennyezett öv}}{\sigma_r \text{ tiszta öv}} = \frac{38{,}2}{43{,}5} = 0{,}88,$$

különböző szennyezettségű övben keresztirányban

$$\frac{\sigma_r \text{ szennyezett öv}}{\sigma_r \text{ tiszta öv}} = \frac{28 \text{ kp/mm}^2}{40 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}70,$$

a lüktető kifáradási szilárdság két szélső értékének, tehát a legrosszabbnak és a legjobbnak viszonya :

$$\frac{28 \text{ kp/mm}^2}{43{,}5 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}64$$

(Ez tekinthető elsősorban az acél jósága mértékének ! !) Lengőszilárdság határ viszonya a tiszta övben :

$$\frac{\sigma_v \text{ keresztirány}}{\sigma_v \text{ hosszirány}} = \frac{25{,}5 \text{ kp/mm}^2}{28 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}91 \text{ volt.}$$

A *C* acélból hasonló összetételű, de másként készült *E* acéllal való jobb összehasonlítás érdekében szintén részletesebben, rétegenként külön megállapítottuk a kifáradási határt.

A külső részen a lüktetőszilárdság

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányban}}{\text{hosszirányban}} = \frac{54 \text{ kp/mm}^2}{62{,}5 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}87,$$

a belső rétegben

$$\frac{\text{keresztirányban}}{\text{hosszirányban}} = \frac{52{,}2 \text{ kp/mm}^2}{62{,}5 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}83.$$

A nyert két szélső érték viszonya pedig

$$\frac{\text{legbelső keresztirányú}}{\text{külső keresztirányú}} = \frac{50{,}5 \text{ kp/mm}^2}{62{,}5 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}81.$$

Az *E* acél szintén részletesebb vizsgálat alá került, mert egymástól erősen eltérő jelleget mutatott a szelvény külső és belső részében.

A külső övben

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányú}}{\sigma_r \text{ hosszirányú}} = \frac{53 \text{ kp/mm}^2}{60 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}88,$$

a szelvény közbenső övében :

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányú}}{\sigma_r \text{ hosszirányú}} = \frac{48 \text{ kp/mm}^2}{60 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}80,$$

legbelül :

$$\frac{\text{keresztirányú}}{\text{hosszirányú}} = \frac{45{,}8 \text{ kp/mm}^2}{60 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}76$$

A kapott két szélső érték aránya a következőnek adódott :

$$\frac{\text{legbelül keresztirányú}}{\text{legkívül hosszirányú}} = \frac{45{,}8 \text{ kp/mm}^2}{60 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}76.$$

Az *L* acél kb. az egész szelvényén gyakorlatilag homogénnek látszott, ezért csak a szelvény középső szakaszából készült fárasztópróba, amely

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányú}}{\sigma_r \text{ hosszirányú}} = \frac{68 \text{ kp/mm}^2}{75 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}91$$

viszonyszámot adott.

Az *S* acélból végzett lüktető fárasztási vizsgálat eredményének aránya :

$$\frac{\sigma_r \text{ keresztirányú}}{\sigma_r \text{ hosszirányú}} = \frac{26 \text{ kp/mm}^2}{37 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}70,$$

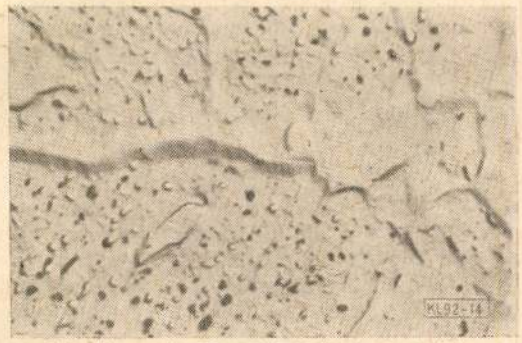
míg a 0 érték körüli lengőfárasztással :

$$\frac{\sigma_v \text{ keresztirányú}}{\sigma_v \text{ hosszirányú}} = \frac{18 \text{ kp/mm}^2}{26 \text{ kp/mm}^2} = 0{,}69.$$

A rostosság közelebbi okának vizsgálata

A vizsgált acélok között több volt olyan, amely nemfémes inhomogenitásra mutatott még akkor is, ha erre csak közvetve lehetett a tünetekből következtetni, pl. a primérkristályoknak a

többitől erősen elütő jellegéből, a törési felületen rostok megjelenéséből, vagy a szakítás gyengébb értékeiből. A fénymikroszkópon nagyobb nagyítással sem volt magyarázatul szolgáló különbség a nemfémes zárványokban észlelhető ilyen helyeken, mégis azt kellett feltételezni, hogy ott is elsősorban valamilyen nemfémes inhomogenitás gyengíti az acél fémes összefüggését és ezek következménye, pl. töréskor a rostosság. Csupán a



14. ábra. Az E-acél külső részének képe elektronmikroszkópon
Nagyítás 10 000-szeres (eredeti 15 000-szeres)

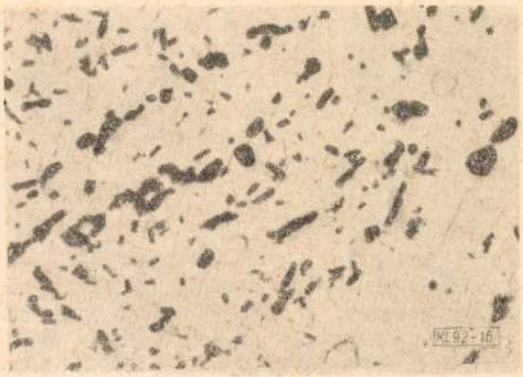
kristálydúsulás nem lehetett oka, hiszen kristálydúsulások ott is voltak, ahol pl. rost nem jelentkezett.

Talán legszembetűnőbben az *E* külső és belső része közt mutatkozott ilyen különbség a törési felület rostjaiban, s a primérkristályok erős változásában a szelvény belseje felé. Ezért ennek az acélnak a homogénebbnek feltételezett külső részéből és rostos belső részéből került további vizsgálat alá egy-egy hosszirányú metszet.



15. ábra. Az E-acél külső részének képe elektronmikroszkópon
Nagyítás 10 000-szeres (eredeti 15 000-szeres)

Miután a fénymikroszkópon 1600-as nagyításig semilyen egyértelmű különbség nem volt köztük észlelhető, ezért elektronmikroszkópon is vizsgáltuk extrakciós replikakészítési technikával. Az így készült 15 000-szeres nagyítású fényképek azután kétségtelenül mutatják az összefüggést a szelvény belsejében jelentkező rostok, az ott gyengébb kontrakció, rosszabb kifáradási határ értékei, valamint csak az anyag belső részén jelentkező párhuzamos sorokban sűrűn elhelyezkedő elemek közt *(14., 15. és 16. ábra)*. A tűszerűen kívül és belül is jelentkező részecskék ugyanis finom karbidok, míg a nagyobb, s minden



16. ábra. Az E-acél belső részének képe elektronmikroszkópon
Nagyítás 10 000-szeres (eredeti 15 000-szeres)

irányban kb. egyforma méretű és sokszor éppen szögletesnek mutatkozó elemek egyéb nemfémes zárványok, főleg oxidok. Utóbbiaknak sűrű sorokban való jelentkezése a melegalakításkor elnyúlt krisztallit-ágak mentén nyilvánvalóan érdemlegesen csökkenti az anyag fémes összefüggését e sorokra merőleges irányú erőkkel szemben, de az ellenállást és deformabilitást is. Ez lényegében pontos magyarázatot jelent a rostos helyeknek a kialakulására és a mechanikai tulajdonságokat csökkentő szerepére is.

Összefoglaló, következtetések

A csillapítatlan *A* lágyacél külső része viszonylag tiszta a nemfémes zárványoktól, a gázhólyagkoszorús övtől kezdve befelé azonban nagymértékben zárványos. Ezzel összhangban vannak mind a hosszú, mind a keresztirányú szakítások eredményei. A nyúlás, de különösen erősen a kontrakció csökkent a zárványok hatására, főleg a nagyméretű zárványok helyén. Az itt jelentkező nagymérvű szórástól eltekintve csaknem kereken háromszorosa hosszirányban a nyúlás a keresztirányúnak. A kontrakcióban mutatkozó különbség még nagyobb.

A kifáradási határt is erősen befolyásolják a zárványok, főleg egyértelműen a kontrakciót. A nagyméretű zárványokkal teli övben a kifáradási határban is nagymérvű szórás jelentkezett, bár ezeknek a próbatesteknek a helyzete úgy volt megválasztva, hogy minden próbatestbe gyakorlatilag egyformán igen sok nagyméretű zárvány kerülhessen.

A másik zárványoktól és dúsulásoktól erősen szennyezett az *S* automata acél volt. Ennél szórás alig jelentkezett. A hossz- és keresztirányú próbák nyúlása és kontrakciója közt azonban nagy különbség mutatkozott, a hosszirányú próbák nyúlása kb. 2,5—3-szorosa volt a keresztirányú próbákénak, a kontrakciók pedig kb. 3,5—4-szeresek.

A kifáradási határra 0,70-os viszonyszám adódott itt a kereszt- és hosszirányú próbák közt, tehát 30%-nyi különbség.

A *D* acélban még nagy mennyiségű és méretű, inkább elszórtan jelentkező szilikát-

zárvány található. Ezek a keresztirányú tulajdonságok nagy szórását okozták.

A többi, ötféle anyagban a szabványos mikroszkópos vizsgálattal nem volt érdemleges zárvány található, jelentékeny különbség volt mégis a nagyjából egyforma szilárdságú mezőbe nemesített különféle anyag többi tulajdonsága közt, vagy egy-egy acél külseje és belseje közt.

A mechanikai tulajdonságoknak, főleg a kontrakciónak romlása a szelvény belseje felé a legjellegzetesebben az *E* acélon jelentkezett.

A kifáradási határnak alakulása leginkább a kontrakcióval tart együtt. A kifáradási határ legrosszabb és legjobb értékének viszonyszáma a *C* acélra 0,81, míg az *E* acélra 0,76-ra adódott, ami 19%-os, illetve 24%-os romlásnak felel meg a legjobb értékhez képest.

A leghomogénebbnek látszó *L* acélban a kereszt- és hosszirányú kifáradási határ viszonya 0,91, tehát mindössze 9%-nyi a romlása keresztirányban.

A bővebben vizsgált vagy egész szelvényen egyforma homogenitásúnak mutatkozott acélok kifáradási és főleg kontrakciós adatait egymás mellé állítva bizonyos összefüggés eme értékek között kétségtelenül mutatkozik. Talán még nagyobb darabokból célszerűen kivett próbatesteken meghatározható kontrakciók komoly támpontot jelentenek az inhomogenitásoknak az alkatrész terhelhetőségét csökkentő hatásának elbírálására.

Az acélok inhomogenitásának a hatása a mechanikai tulajdonságokra kvalitatíve legjellemzőbben a legalább ötszörösen megnyújtott és megfelelő előkészítés után statikus hajlítással előállított hosszirányú törési felületen mutatkozik meg. Számszerűen a keresztirányú szakítópróbák kontrakcióinak csökkenése jó jellemzője az inhomogenitások káros hatásának.

A magyar szabványos zárványskála legerősebb A_5, illetve C_5 fokozatát is meghaladó mennyiségű szulfidos zárvány viszonylag kisméretű fárasztási próbák eredményében a lágyacélra maximálisan 36%-os az *S* acélra pedig maximálisan 30%-os csökkenést okozott.

Az inhomogenitások hatásának további felbecsülését teszi lehetővé az, hogy az egészen apró, s csak az elektronmikroszkópon észlelhető, sok oxidféle nemfémes zárványból eredő inhomogenitás, illetve rostosság 24%-nyi csökkenését okozta a kifáradási határnak az *E*-acélban. A legtisztábbnak, s leghomogénebbnek mutatkozó *L*-acélban viszont csak 9%-os csökkenést okoztak hasonló apró inhomogenitások.

Fénymikroszkópos módszerrel apró nemfémes inhomogenitásokat kimutatni nem lehet. Ezekre következtetni csak a primérkristályágak apró, sűrű alakulásából vagy hosszirányú törési felületből, a keresztirányú szakítás kontrakcióból lehet. Közvetlen észlelésük csak elektromnikroszkópos vizsgálatok útján lehetséges.

IRODALOM

[1] *Mihaljev, M. C.—Mironov, L. V.:* Sztalj, 1960. 7. 647—49. o.
[2] *Eckstein, H. J.—Schneider, K.:* Neue Hütte 5. (1960) 607. o.
[3] *Wilson, R. N.:* J. Inst. Met. 87. (1959). 336. o.
[4] *Atkinson, M.:* J. Iron a. Steel Inst. 195. (1960) 64. o.
[5] *László, F.:* J. I. S. I. 147. (1943) 173. o.
[6] *Stewart, W. C.—Williams, W. L.:* J. Am. Soc. Naval. Engrs. 60. (1948) 475. o.
[7] *Krainer, H.:* Arch. Eisenhüttenw. 42 (1941) 543—546. o.
[8] *Daeves, K.:* Stahl u. Eisen 52. (1932) 1162—1168. o.

Egyetemi hírek

Dr. Bognár János tanszékvezető egyetemi tanár részt vett Merseburgban az „Analitikai kémia modern módszerei" címmel tartott főiskolai kongresszuson, ahol plenáris előadásban ismertette kutatási eredményeit. Utána, mint a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia vendége „Auf katalytischer Wirkung begründete Analysenverfahren" címmel november 6-án előadást tartott.

*

Dr. Kocsis József, a KGST Színesfémipari Állandó Bizottságának titkára november 13-án előadást tartott egyetemünkön a KGST néhány időszerű problémájáról.

*

Dr. Nándori Gyula, az OMBKE miskolci egyetemi csoportjának rendezésében 1963. november 20-án filmvetítéssel egybekötött élménybeszámolót tartott egyiptomi útjáról.

*

Dr. Sulcz Ferenc egyetemi docens, a Kohómérnöki Kar dékánhelyettese egyetemünk képviseletében december 5—10 között résztvett a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián rendezett Bányászati Napok ünnepéségén.

*

Az NDK Oktatásügyi Minisztériuma Felsőoktatási Államtitkárságának a meghívására *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar dékánja november 10—december 1 között vendég professzorként a Freibergi Bányászati Akadémián a fémkohómérnökhallgatók részére elméleti kohászattan tárgykörből előadásokat tartott. Az összesen 12 óra terjedelmű előadás címe: „Die Bestimmung der optimalen Arbeitsmethoden bei der elektrolytischen Kupferraffination sowie bei der elektrolytischen Zink- und Aluminiumgewinnung".

*

Az 1963/64. tanév I. félévében a következő meghívott előadók tartottak fakultatív előadásokat:

Dr. Dobos György: Olvadékok elektrokémiája.
Dr. Várhegyi Győző: Uránkohászat.
Timár Vilmos: A világ alumíniumiparának és a termelés gazdaságosságának helyzete.

Farkas Ottó

Egyes alumíniumötvözetek hegeszthetőségének javítása

CHEVIGNY, RAYMOND és DEVELAY, R.
Péchiney, Centre de Récherches Métallurgiques de Chambéry

DK 669.715 : 620.179.2

1. Bevezetés

Az alumínium és ötvözeteinek *(1. táblázat)* kötési eljárásai között a hegesztés egyre nagyobb jelentőségre tesz szert.

Az alumínium hegesztésének fejlődését az alábbi, a hajóépítésből vett példákkal szemléltethetjük. A 75 000 t-s France személyszállító hajó építéséhez felhasznált alumínium összes mennyisége közel 1600 t. A kilátó fedélzet fölötti részek teljesen A—G4 (Al—Mg_4) ötvözetből készültek. Összesen 350 db, 2,5 t átlagsúlyú, 50—60 m^2 felületű lemez kötését végezték el — legnagyobbrészt hegesztéssel, melyhez 15 t A—G4 (Al—Mg_4) ötvözetű hegesztőhuzalt és 35 000 m^3 argont használtak fel. Az Orient Line új, 40 000 t-s személyszállító hajójának, az Orana-nak felépítménye alumíniumötvözetekből, kizárólag hegesztett kötésekkel készült. A felső fedélzetek szerkezeteihez 1000 t alumíniumot használtak fel.

Az argon- és hélium védőgázas hegesztési eljárások egyszerűségükkel, és a varratok minőségének javításával nagymértékben elősegítették a hegesztett alumínium szerkezetek elterjedését.

A hegesztésre kerülő ötvözetek összetételének módosításával további jelentős fejlődést lehetett elérni.

Ebben az irányban folytak a kísérletek a Péchiney vállalat Chambéry-i Központi Kohászati Kutató Intézetében.

A kialakított ötvözet-összetételeket az alábbiak jellemzik :

1. Nagyon csekély a hajlamuk zsugorodási repedésre, még akkor is, amikor a befogás hegesztés közben nagyon merev.

2. A hegesztési varrat aránylag jó képlékenységű, ami lehetővé teszi a törés- vagy repedésmentes varrat kiképzését.

3. A hegesztési varrat szilárdsági jellemzői nagyjából megközelítik az alapfém adatait.

A hegeszthetőség szempontjából fontos tulajdonságokat úgy lehet beállítani, hogy nem kell feláldozni egyéb, az anyag felhasználása szempontjából fontos sajátosságokat, mint például : az alakíthatóságot (főképpen meleghengerlést), mélyhúzást, kovácsolást, a korrózióellenállást, ami egyes ötvözetek felhasználásakor elsőrendű fontosságú.

2. Vizsgálati módszerek

Az egyes anyagok hegeszthetőségének megállapítása érdekében különböző vizsgálati módszerek kidolgozása vált szükségessé.

2.1. Repedékenységi vizsgálatok

A vizsgálatoknak célja a zsugorodás folyamán a fém repedékenységi hajlamának kimutatása.

Előadásként elhangzott 1963. május 8-án az OMBKE által rendezett Alumínium Konferencián

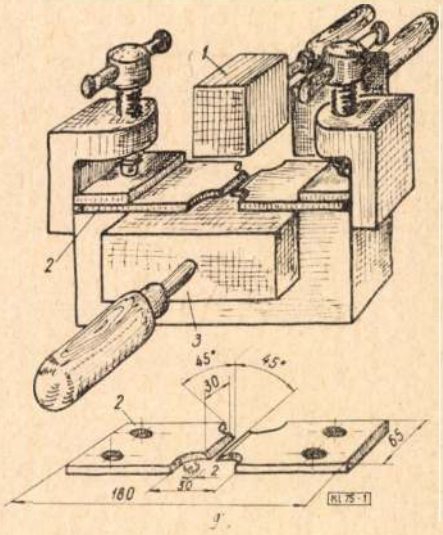
Minthogy a hegesztés után lehűléskor a fém nem zsugorodik szabadon, belső feszültségek keletkeznek, amelyek néha a hegesztési varratban repedéseket idéznek elő. Erre a jelenségre az alumíniumötvözetek többé-kevésbé hajlamosak.

Több repedékenység-vizsgálati módszert próbáltunk ki.

2.1.1. Vizsgálatok mereven befogott próbákon

Az általunk kidolgozott vizsgálati módnak leírása már korábbi közleményekben [1], [2] megjelent, azóta azonban kisebb módosítások következtében már eltér a mi eredeti módszerünktől.

A két, 1—6 mm vastagságú lemezből álló próbadarabot hőálló acélból készült befogó szerkezetbe erősítik *(1. ábra)*. A hegesztendő élek között a befogó szerkezetbe való beerősítés után 2 mm-es hézag marad. A két lemezt oxiacetilén égővel — vagy még előnyösebben, a lemezek alsó és felső felületére helyezett fűtőlapokkal — egyenlően megmelegítik.



1. ábra. Befogott szerkezetű próbadarabok repedésvizsgálata
1 = fűtőlapok, *2* = minta, *3* = fűtőlap

A megfelelő hőmérséklet (470 C°) elérésekor a hegesztendő szélek között eredetileg 2 mm-es távolság a tágulás következtében 0,1 mm-re csökken. Ekkor a fűtőlemezt eltávolítják. Ezt követően közvetlenül oxiacetilén égővel, a hegesztő pálcát nagyon pontosan adagolva egyenletes vastagságú varratot hegesztenek.

Meghatározott — a minta vastagságától függő — várakozási idő után a próbadarabot a vele összeszerelt állvánnyal együtt 20 C°-os vízbe mártják. A varratban így a hűtés folyamán erős zsugorodási feszültségek keletkeznek, amelyek a fémben kisebb vagy nagyobb repedéseket okozhatnak.

1. táblázat

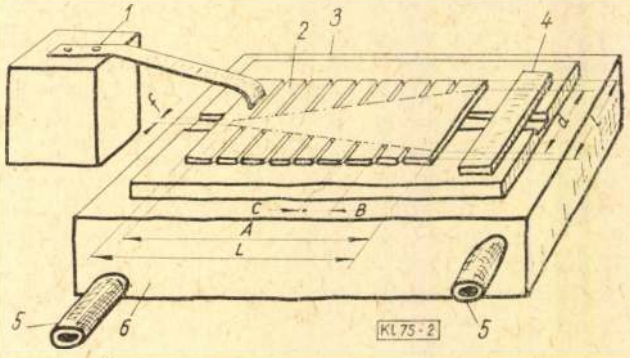
A dolgozatban előforduló ötvözetek összetétele %-ban

	Fe	Si	Cu	Zn	Mg	Mn	Ni	Ti	Cr	V	Zr
A-G3	≤0,4	≤0,3	≤0,1	≤0,1	2,5—3,7	0,2—1	—	—	—	—	—
A-G4	≤0,4	≤0,3	≤0,1	≤0,1	3,7—4,5	0,2—1	—	—	—	—	—
A-G5	≤0,4	≤0,3	≤0,1	≤0,1	4,5—5,8	0,2—1	—	—	—	—	—
A-Z4G	≤0,4	≤0,3	≤0,1	2,75—3,5	1,5—2,5	0,2—0,7	—	—	0,1—0,4	—	—
A-SG	≤0,5	0,8—1,5	≤0,1	≤0,1	0,7—1,3	≤1,0	—	—	—	—	—
A-U4G	≤0,5	0,3—0,8	3,5—4,5	≤0,1	0,5—1	0,3—0,8	—	≤0,2	—	—	—
A-U4SG	≤0,5	0,5—1,2	3,9—4,8	≤0,1	0,2—0,8	0,4—1,2	—	≤0,2	—	—	—
A-U4G1	≤0,5	≤0,4	3,7—4,7	≤0,1	1,2—1,8	0,5—0,9	—	≤0,2	—	—	—
A-U2G	≤0,5	0,1—1	2—2,8	≤0,1	0,3—0,6	≤0,2	—	≤0,15	—	—	—
A-U2GN	0,9—1,4	≤0,25	1,8—2,7	≤0,1	1,2—1,8	—	0,8—1,4	≤0,2	—	—	—
A-U6MT	≤0,5	≤0,4	6,0	≤0,1	—	0,25	—	0,12	—	—	—
2219	≤0,3	≤0,2	5,8—6,8	≤0,1	≤0,02	0,2—0,4	—	0,02—0,10	—	0,05—0,15	0,10—0,25

A mintáinkon 7-féle, kisebb-nagyobb mértékben repedt varratot különböztetünk meg, ami lehetővé teszi 7 repedékenységi fokozat megállapítását 0-tól (teljesen repedésmentes varrat) 6-ig (nyílt törést mutató varrat).

2.1.2. Vizsgálatok befogás nélküli, önmerev próbadarabon

A második kipróbált vizsgálati módszer kikindulási anyagai be nem fogott, alakjuknál fogva önmerev lemezek voltak [3], [4]. Ennek, az argonívhegesztéssel végzett kísérletnek során a próbalemezt szélétől kiindulva különböző mélységekig fűrészelik be. Hegesztéskor a repedés a fémolvadékban, vagy annak szomszédságában indul meg, majd egy bizonyos távolságig halad. Ez a távolság jellemzi a repedékenységet.



2. ábra. Önmerev próbadarabok repedékenységi vizsgálata (Houldcroft-típusú vizsgálat)

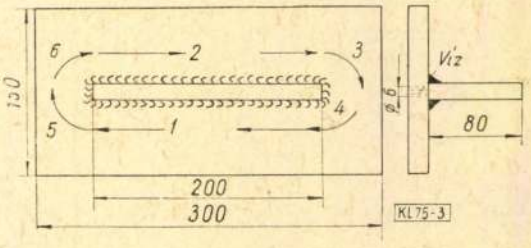
1 = Rozsdamentes acélnyelv, *2* = minta, *3* = grafit tömb, *4* = rézlemez az ív begyújtására, *5* = víz, *6* = hűtött rézlemez.

A próbadarab vastagsága	L		A	B	c	d	J
2	85,5	50	78,5	8,55	0,9	42,8	7
4	133	78	122,5	12,35	1,4	66,5	11,2

Az általunk használt berendezés vázlatát a *2. ábrán* közöljük. A próbadarabot befogás nélkül egy grafittömbre helyezik, amely a hegesztőív begyújtására és az áram átadására szolgál anélkül, hogy a fémminta hőmérsékletét észrevehetően befolyásolná. A grafittömbbe a hő elvezetésére és a próbatest felmelegedésének csökkentésére vájatot marnak be. Az egész grafittömböt vízzel hűtött rézlemezre helyezik. A mintadarabot rozsdamentes acélnyelv tartja a helyén.

2.1.3. Tömörségi vizsgálat

Ezt az acélok vizsgálatához rendszeresített módszert átdolgoztuk könnyűfémötvözetek tulajdonságainak megállapítására.



3. ábra. Tömörségi vizsgálat

A *3. ábrán* látható T-alakú szerkezet AWI hegesztési eljárással készült. A hegesztés sorrendjét az *1—2—3—4—5—6* nyilak mutatják. (Egyes szakaszok között hegesztési szünetet nem tartottunk.)

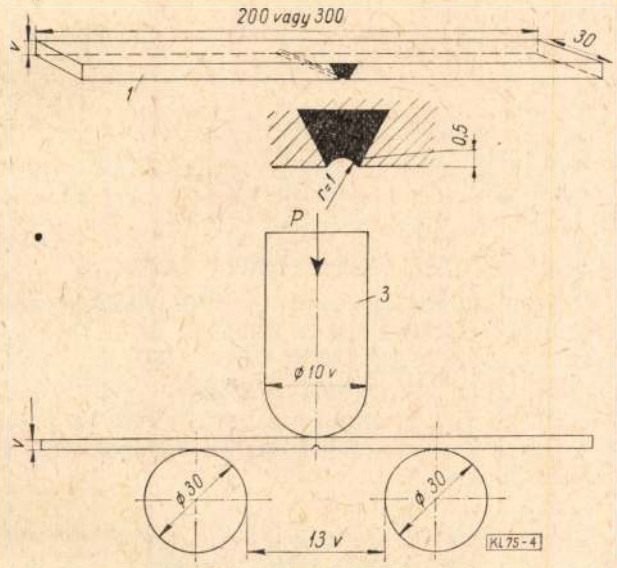
Hegesztés után a szerkezet közepén csavarmenetes lyukat fúrnak és azon keresztül 225 kg/cm² víznyomás alá helyezik a varratokat. A nyomást egy percig tartják. Ezután vizsgáltuk, hogy a varrat vízáteresztő-e.

2.2 Hajlítóvizsgálatok

A hegesztési varrat képlékenységét lecsiszolt varratú és bemetszett próbadarab hajlítóvizsgálatával állapítottuk meg. A használt próbatest a *4. ábrán* látható. A mintán marógéppel az előzőleg lecsiszolt varrat közepére és vele párhuzamosan 0,5 mm mélységű és 1 mm sugarú bemetszést martunk be. A bemetszés célja a sokirányú feszültségekkel terhelt végben a repedések lokalizálása.

Ez a vizsgálat lehetővé teszi annak a hajlítási szögnek a megállapítását, amelyen az első repedés megjelenik. Ez mindig a bemetszésre korlátozódik. A repedés megjelenését az alkalmazott erő hirtelen csökkenése jelzi.

A vizsgálatok egyébként végezhetők olyan próbadarabokon is, amelyeken a hegesztési varrat nincs bemetszve, csak egyszerűen az alapfém vastagságáig le van csiszolva. A bemetszés hiányában a repedés a hajlítás pillanatában nincs lokalizálva és a varrat gyenge pontján jelenik meg. Ez rendszerint az ömledékben, vagy az alapfém-ömledék találkozásánál észlelhető. A vizsgálati módszert mind a varratok minősítésére, mind a hegesztők munkájának ellenőrzésére használják, minthogy minden, a hegesztéskor keletkező hibát (pl. folytonossági hiányokat, porozitást, zárványokat stb.) jelzi. Ezzel szemben a bemetszett varratú próbatestekkel végzett vizsgálatokat inkább a hegesztési varrat képlékenységének megállapítására használják.



4. ábra. Hegesztett próbadarabok hajlítóvizsgálata
1 = Próbadarab, *2* = bemetszés részlete, *3* = erőt átadó tüske

2.3. Szakítóvizsgálatok

Ezeknek a vizsgálatoknak célja a hegesztett szerkezet anyagára vonatkozó szilárdsági jellemzők romlását az alapfémhez viszonyítva kimutatni.

A próbatestek úgy munkálandók ki, hogy a hegesztési varrat a próbapálca közepén, a húzásra merőleges irányban helyezkedjék el. A vizsgálatok bemetszett, vagy be nem metszett hegesztési varratú próbapálcákkal egyaránt elvégezhetők.

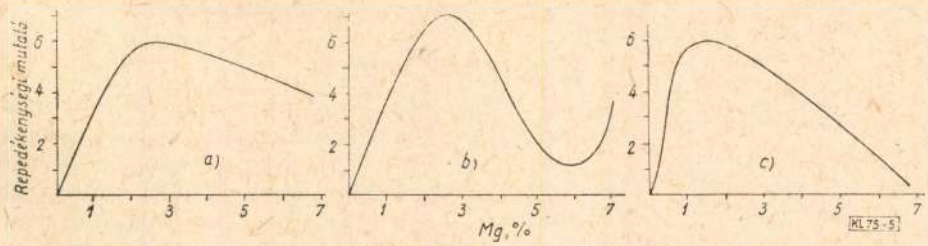
3. Hegeszthető könnyűfémötvözetekkel végzett vizsgálatok

3.1. Al—Mg-ötvözetek

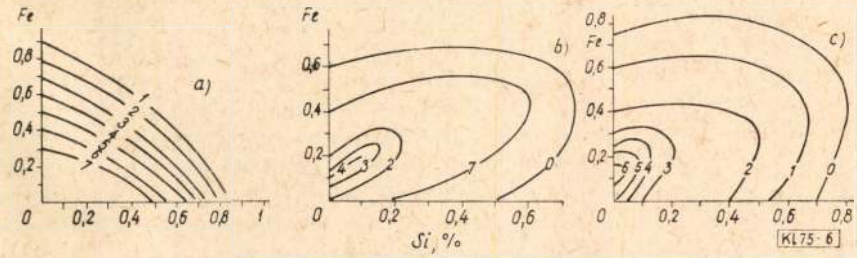
Ezeket az ötvözeteket jó korrózióállóságuk, hőkezelés nélkül elérhető közepes mechanikai tulajdonságaik és jó hegeszthetőségük miatt széles körben, hegesztett szerkezetek előállítására használják.

Az általánosan használt Al—Mg-ötvözetek — amelyek csak Mg és Mn ötvözőt tartalmaznak —, bár hegesztés szempontjából kielégítőek, erősen befogott hegesztett szerkezetek előállításakor néha zsugorodási repedésre hajlamosak.

A korábban leírt repedékenységi vizsgálatok lehetővé tették annak kimutatását, hogy az Al—Mg típusú ötvözetek összetétele döntő hatású az



5. ábra. Mn-tartalom hatása az Al—Mg ötvözetek repedékenységi hajlamára
1 = AlMg; *2* = AlMg + 0,4 % Mn; *3* = AlMg + 0,4 % Mn + 0,2 % Fe + 0,2 % Si



6. ábra. A—G3 (Al—Mg3) és A—G5 (Al—Mg5) ötvözetek repedékenységi görbéi
1 = repedékenységi görbék változó Fe- és Si-tartalommal, AlMg 3 % + 0,4 Mn, *2* = repedékenységi görbék változó Fe- és Si-tartalommal, AlMg 5 % + 0,4 Mn, *3* = repedékenységi görbék változó Fe- és Si-tartalommal, AlMg %5

előforduló hibák mértékére. Az *5. ábra* a magnéziumtartalom hatását szemlélteti a repedékenységi hajlamra, amelyet bemetszett és befogott próbadarabokon végzett vizsgálatokkal határoztunk meg. A repedékenységi hajlam maximuma általában 2,3% Mg-tartalmon észlelhető. Ennél nagyobb Mg-tartalom csökkenti a repedési hajlamot.

A vizsgálatok továbbá azt is bizonyították, hogy az ötvözet repedékenységi hajlama nagymértékben függhet a vas- és szilíciumtartalomtól. A *6. ábra* Al—Mg3- és Al—Mg5-ötvözetek repedésérzékenységét mutatja a vas- és szilíciumtartalom függvényében. Ezzel az ábrázolással lehetővé vált a repedékenységre legkevésbé hajlamos mező kimutatása. (Minthogy vizsgálatunk nagyon szigorú volt, ez a mező a gyakorlatban a *0* és *2* repedési görbék közé esik.)

Újabb, kismennyiségű szennyezők hatásának megállapítására vonatkozó vizsgálatok kimutatták, hogy a krómadalékok csökkentik az Al—Mg ötvözetek repedési hajlamát [5].

Ezek a kutatások az A—G3MC, A—G4MC és A—G5MC jelű [6], Mn-t és Cr-t tartalmazó AlMg3, Al—Mg4 és Al—Mg5 típusú ötvözetekhez vezettek. Az adalékok mennyiségét úgy állítottuk be, hogy az anyagok a hegesztés körülményeinek változására lehetőleg érzéketlenek, a hegesztett-kötések tulajdonságai és a korrózióállóság pedig kielégítő legyen. Az A—G3MC és A—G5MC változatokat a Services Techniques de L'Aéronatique Francaise szabványosította *(2. táblázat)*.

2. táblázat

A-G3MC és A-G5MC ötvözetek
Szabványos összetételek

	Mg	Mn	Cr	Fe	Si
	%				
A-G3MC	2,50—3,70	0,20—0,70	0,10—0,35	≤0,40	≤0,40
A-G5MC	4,50—5,80	0,15—0,70	0,05—0,30	≤0,40	≤0,40

Az A—G4MC ötvözet összetétele: 3,70—4,50% Mg, 0,30—0,70% Mn, 0,05—0,35% Cr, 0,40% Fe, 0,40% Si.

Minden kényes hegesztéskor ajánlatos ezeket az új ötvözeteket használni, amelyeknek a következőkben leírt előnyös tulajdonságaik vannak.

3.1.1. Csekély repedékenységi hajlam erősen befogott szerkezetek kivitelezésekor

A *3. táblázat* néhány példát mutat a krómadalékkal, valamint a króm és a mangán együttes adagolásával elérhető repedékenység-csökkentésre.

3.1.2. A varratok tömörségének fokozott biztosítása

Az A—G4MC ötvözettel a már leírt módon végzett vízhatlansági vizsgálatok azt mutatták, hogy a hegesztési varratok még a hegeszthetőséget rontó csekély réztartalommal is vízátnemeresztők voltak. Ezzel szemben a csak Mn-t tartalmazó A—G4 ötvözet hegesztési varratai 0,08%-nál nagyobb Cu-tartalmon vízáteresztőkké váltak.

3. táblázat

A szabványos Al-Mg ötvözetek és Cr + Mn tartalmú Al-Mg ötvözetek repedékenységének összehasonlítása

Ötvözet	Összetétel, %					Repedékenységi mutatószám	
	Mg	Mn	Cr	Fe	Si	4 mm-es lemezek	2 mm-es lemezek
A-G3	3,56	0,41	—	0,30	0,08	2—3	2—4
A-G3MC ...	3,46	0,42	0,18	0,33	0,12	0—1	1—2
A-G4	4,20	0,53	—	0,22	0,08	2—4	2—3
A-G4MC ...	4,23	0,43	0,18	0,21	0,09	0—2	0—1
A-G5	5,17	0,41	—	0,19	0,09	1—3	1—2
A-G5MC ...	5,22	0,41	0,11	0,20	0,07	0	0
	5,28	0,21	0,10	0,19	0,07	0	0—1

3.1.3. A varratok képlékenysége

Bemetszett hegesztési varratok hajlítási szögére a krómadalék nincs hatással és a hajlítási szög 170—180° A—G3MC, 160—180° A—G4MC és 130—160° A—G5MC ötvözetre. 0,30%-nál, sőt 0,25%-nál nagyobb krómtartalom azonban nagy mangántartalommal párosulva csökkenti a hajlítási szöget.

3.1.4. Az alapanyag és hegesztett kötések mechanikai jellemzőinek javítása

A *4. táblázat* az Al—Mg4 ötvözetcsoport szilárdsági tulajdonságainak javítását kismennyiségű ötvözők adagolásával példaként szemlélteti.

3.1.5. Korrózióellenállás

A krómtartalmú, valamint a krómmentes szokványos ötvözetek korrózióellenállása azonos.

Az A—G4MC ötvözet, amelynek magnéziumtartalma az A—G3MC és A—G5MC ötvözeteké között van, számos olyan kedvező tulajdonsággal rendelkezik, amelyek hegesztett szerkezetek kivitelezésekor különösen előnyösek. A króm- és mangánadalékok a repedékenységi hajlamot teljesen kiküszöbölik.

Az A—G4MC ötvözet mechanikai jellemzői határozottan felülmúlják az A—G3MC ötvözeteit, és közel állnak az A—G5MC ötvözetéihez.

Szokványos felhasználáskor a korrózióellenállás szempontjából az 5,5% alatti Al—Mg ötvözetek magnéziumtartalmának nagysága nem döntő, függetlenül attól, hogy az anyag lágy vagy kemény állapotú. Ezeknek az anyagoknak korrózióellenállása ugyanis hőkezelési állapotuktól függetlenül kielégítő. A nagy magnéziumtartalmú ötvözetek korrózióellenállása viszont hosszú ideig tartó, kis hőmérsékletű melegítéskor csökkenhet (pl. több-

4. táblázat

A-G4- és A-G4MC-ötvözetek mechanikai jellemzőinek összehasonlítása
(6—12 mm vastag lemezeken)

Ötvözet	Összetétel, %					Hegesztetlen alapanyag			AWI hegesztett kötések tompahegesztés			Sarok hegeszt.
	Mg	Mn	Cr	Fe	Si	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B, kg/mm²	δ %	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B, kg/mm²	δ %	σ_B, kg/mm²
A-G4	4,32	0,52	—	0,18	0,08	12—13	28—29	24—26	10—13	26—27	11—16	16—18
A-G4CMC	4,09	0,48	0,16	0,17	0,07	14—15	29,5—30,5	23—24	12—13	27,5—28,5	12—13,5	19
	4,28	0,50	0,20	0,18	0,08	14—15	30—31	23,5—24,5	12—15	28,5—29,5	12,5—16,5	20—21

* Adalékfém azonos összetételű, mint az alapfém.

száz óráig 70—200 C°-on). Ennek a melegítésnek hatására megnő az anyag kristályközi korrózióra való hajlama. Az A—G4MC ötvözet erre a folyamatra — amely az A—G5MC ötvözetben felléphet — gyakorlatilag érzéketlen. Így pl. 175 C°-on 120 óráig tartó melegítés után a mesterséges tengervízben váltakozó bemerítéses, feszültség alatt végzett rendkívül szigorú korróziós kísérletek alkalmával az A—G5MC ötvözetű próbák kb. 1 hónapi kísérleti időtartam után törtek, ezzel szemben az A—G4MC ötvözetből készült mintákon hasonló körülmények között három hónap után sem lehetett repedést észlelni. A próbák kb. 50%-ának a nyúlása pedig megegyezik a korróziós vizsgálatok előtti értékekkel.

3.2. Al—Zn—Mg-ötvözetek.

Az elmúlt években ezt az ötvözettípust világszerte elmélyültebb kutatások tárgyává tették. Ezek a tanulmányok különböző ötvözet- összetételekhez vezettek. Így pl. A—Z3G (Al—Zn3—Mg), A—Z4G (Al—Zn4—Mg) és A—Z5G (Al—Zn5—Mg) Franciaországban [7]; Unidal ötvözet Svájcban [8]; Constructal ötvözet Németországban [9].

Ezeknek az ötvözeteknek számos, figyelemreméltó tulajdonsága van:

a) Az edzési hőmérséklet igen széles hőfokközben (350—550 C° között) változhat.

b) Gyakorlatilag *önmemesedők*, ami lehetővé teszi az anyagot edző hőkezelés után álló levegőben lehűteni; ez az előnyös tulajdonság kitűnő mechanikai jellemzőjű hegesztett kötések készítését teszi lehetővé.

c) Az edzés után a keményedés szobahőmérsékleten aránylag lassú. A lágy állapotú anyag jól alakítható. Az ötvözeteknek természetes keményedése egyes felhasználásokra néha még túlságosan is lassú.

d) A mechanikai jellemzők az Al—Mg ötvözetekénél jobbak.

e) A melegalakíthatóság jó; a sajtolhatóság kielégítő.

Vizsgáljuk meg részletesebben ezeknek az ötvözeteknek a hegeszthetőségét.

A hegesztési varratok mechanikai jellemzői, öregedés után kevéssé különböznek az alapanyagéitól, feltéve, hogy a hegesztési varratok nem repedtek meg. Az ötvözetek ugyanis erősen befogott hegesztett szerkezetek kivitelezésekor a zsugorodási repedésre eléggé hajlamosak.

A szokványos összetételű (2,75—3,5% Zn, 1,5—2,5% Mg, 0,2—0,7% Mn, 0,1—0,4% Cr) A—Z4G ötvözettel végzett vizsgálatok kimutatták, hogy ennek az ötvözetnek repedési hajlama határozottan javítható lenne 0,10—0,15% cirkonadalékkal. Ezenkívül előnyös a magnéziumtartalom emelésével a Zn/Mg arányt 2 alatt tartani [10], [11].

Ezekkel a változtatásokkal sikerült a zsugorodási-repedési hajlamot csökkenteni *(5. táblázat)*

5. táblázat

Cirkon-adalék hatása az Al-Zn-Mg-ötvözetek repedékenységére
(az adalékfém azonos összetételű az alapfémmel)

Ötvözet	Összetétel			Lemezek repedékenysége			
				Befogott szerkezet		Önmerev	
	Zn	Mg	Zr	Repedékenységi mutatószám átlag		Repedés hossza mm-ben	
	%			lemezvastagság		lemezvastagság	
				2 mm	4 mm	2 mm	4 mm
				(oxiacetilénes hegeszt.)		(argon hegesztés)	
A-Z4G	3,32	1,98	—	5,0	6,0	44	—
	3,36	1,94	0,04	4,5	5,0	40	—
	3,37	1,96	0,09	2,5	2,0	32	—
	3,37	1,99	0,15	1,5	1,0	26	—
	3,01	1,63	0,09	4,0	4,5	44	—
	2,93	2,24	0,09	0,5	1,0	28	—
	3,90	1,66	0,09	5,0	5,0	44	—
	3,90	1,95	0,16	1,5	1,0	26	—
	3,97	2,39	0,19	0,5	0,5	21	—
A-Z5G	5,07	1,17	—	6,0	—	—	74
	5,01	1,11	0,15	2,5	—	—	62

anélkül, hogy a hegesztési varratok képlékenysége és a mechanikai jellemzők romlanának.

Az adalékok mind a hegesztett, mind a hegesztetlen fém korrózióellenállását javítják.

Felhívjuk azonban a figyelmet arra, hogy a bemetszett hegesztési varratú próbadarabok hajlítási szöge nem javult. Ez 30—60°-os maradt, ami lényegesen kisebb, mint az Al—Mg ötvözetek hajlítási szöge.

A *6. táblázat* néhány példát ad edzett, majd 20 C°-on 4 hónapig öregített lemezeken és hegesz-

6. táblázat

Al-Zn-Mg alapanyag és hegesztett kötésének mechanikai jellemzői

Összetétel, %							Hegesztetlen lemezek 4 hónapig öregbített állapotban			Hegesztett lemezek[1] tompahegesztés (argonív) (4 hónappal hegesztés után)		
Zn	Mg	Zr	Cr	Mn	Fe	Si	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B kg/mm²	δ %	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B kg/mm²	δ %
3,32	1,98	—	0,14	0,32	0,31	0,19	19,2	35,7	21,9	16,5	33,0	20,0
3,37	1,96	0,09	0,14	0,31	0,33	0,19	19,2	35,8	20,9	16,5	33,5	20,0
3,37	1,99	0,15	0,15	0,32	0,33	0,20	19,0	35,7	22,0	17,0	32,5	17,5

[1] Adalékfém az alapfémmel azonos összetételű.

tett kötéseiken mért jellemzőkre. A próbákat 4 hónappal a hegesztés után szakítottuk.

3.3. Al—Mg—Si-ötvözetek

Minthogy ezek a hőkezelhető ötvözetek nem önnemesedők, a hegesztések mechanikai jellemzői a hőkezelt alapanyaghoz viszonyítva lényegesen kisebbek.

Újabb hőkezeléssel — amikor ennek lehetősége fennáll — a hegesztett kötés szilárdsági jellemzői nagy mértékben javíthatók. A *7. táblázat* az 1,08% Si, 1% Mg, 0,22% Fe, 0,07% Ti összetételű A—SG (Al—Mg—Si) alapanyag és AWI hegesztett kötéseinek néhány szilárdsági jellemzőjét hasonlítja össze.

Az A—SG (Al—Mg—Si) típusú ötvözetek egyébként igen érzékenyek a zsugorodási repedésre és ezért felhasználásuk általában erősen befogott szerkezetek készítésére nem előnyös. Az általunk végzett kísérletek kimutatták, hogy ez a repedékenység jelentősen csökkenthető:

akár az alapanyag és a hegesztőpálca szilícium-

7. táblázat

4 mm-es Al-Mg-Si alapanyag és hegesztett kötésének mechanikai jellemzői

Állapot	Adalékfém az alapfémmel azonos ötvözet			Adalékfém A-S3GM[1]		
	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B, kg/mm²	δ %	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B, kg/mm²	δ %
Edzett, természetesen öregített (hegesztetlen)	12,2	25,9	30,8			
Edzett, mesterségesen öregített (hegesztetlen)	31,2	34,9	13,5			
Hőkezelt, hegesztett	3,8	10,7	29,2	4,8	10,8	28,0
Edzett, hegesztett	14,7	18,9	8,8	12,7	17,4	9,5
Edzett, mesterségesen öregített (hegesztett)	13,8	17,8	8,0	14,7	18,7	8,0
Edzett, hegesztett, mesterségesen öregített	16,2	19,2	7,7	15,8	18,5	6,0
Hőkezelt, hegesztett, edzett	13,1	25,8	23,5	13,3	25,8	18,4
Hőkezelt, hegesztett, edzett, mesterségesen öregített	31,8	34,5	5,0	30,7	32,7	2,3

[1] Összetétel: Si = 1,70, Mg = 0,40, Mn = 0,34, Fe = 0,30 Ti = 0,15

tartalmának növelésével (1,5—2,0% Si elegendő erre a célra); akár szilíciumban dús A—S5 (Al—Si5) típusú hegesztőpálca használatával.

3.4. Al—Cu-ötvözetek

Ezeknek a hőkezelhető ötvözeteknek zsugorodási-repedési hajlama a réztartalom függvénye.

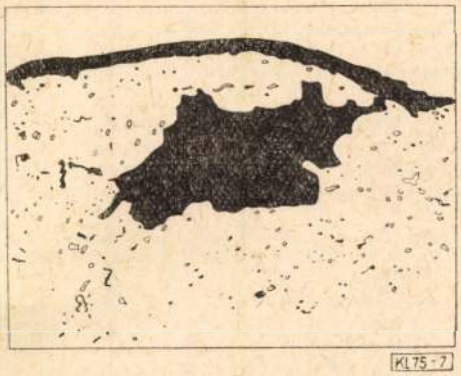
A kis réztartalmú (A—U2G, A—U2GM, A—U2GN típusok), valamint a közepes réztartalmú (A—U4G, A—U4SG, A—U4Gl típusok) változatok a zsugorodási repedésre nagyon érzékeny ötvözetek közé sorolhatók. Ezzel szemben a 6% Cu-t tartalmazó változatok (A—U6MT, 2219 típusok) egyáltalában nem repedékenyek és a hegesztés a befogás szempontjából a legelőnytelenebb körülmények között is végrehajtható. (Befogott szerkezetű próbadarabokon végzett repedési vizsgálataink szerint ezeknek az ötvözeteknek a repedékenységi mutatószáma 0, tehát éppen olyan jó az osztályozásuk, mint a Cr + Mn-tartalmú Al—Mg-ötvözeteké.)

4. Az oxidáció jelensége. A hegesztések minősége

A könnyűfémötvözetek hegesztett kötéseinek minőségjavítására irányuló törekvés arra vezetett bennünket, hogy a gázhólyag képződésnek nevezett hiba tanulmányozásával foglalkozzunk. Ez a jelenség a könnyűfémötvözetek hegesztési varrataiban néha előfordul. A hiba apró buborékok, vagy hólyagok alakjában észlelhető, amelyek legtöbbször közvetlenül a hegesztési varrat szélén helyezkednek el, és különösen szembetűnő a varrat újrakedzése helyén, vagy két varrat kereszteződésénél.

A próbadarabokat elektromos úton Joule-hővel melegítve, nagyon pontosan megszabott kísérleti körülmények között ismételtük a jelenséget és tanulmányoztuk jelentkezésének körülményeit [12].

Mikroszkóp alatt a hiba üreg alakúnak látszik, amely a felszín felé kis lyukban nyílik *(7. ábra)*, sőt az üregek szembe eső oldalainak alakja egymást szinte kiegészíti. Az üreg körül



7. ábra. Gázhólyag mikroszkópi metszete kereskedelmi minőségű A—G5 ötvözetben (Mg 5,12%, Mn 0,5%, Fe 0,25%, Si 0,12%)

az oxidált fémre jellemző nagyszámú pórus, vagy gömbalakú kiválás található.

Különféle atmoszférában végzett kísérleteink során nyert eredmények azt mutatják, hogy a hiba a szó szoros értelmében vett égésnek tulajdonítható. Feltételezhetjük, hogy a szemcsehatárok olvadnak meg először. A kisebb fajsúlyú olvadék felemeli és áttöri a felső alumíniumoxid réteget, és megég (oxidálódik) az oxigéntartalmú atmoszférában. A hiba erősödik a hegesztési varrat újrakezdésekor, mert ebben az esetben a legkönnyebben olvadó fázisokon kívül az első varrat elkészítése folyamán megszilárdult és a szemcsehatárokon elhelyezkedő eutektikum is újraolvad.

Az ötvözet összetételétől, a hőkezeléstől és a környező közeg sajátosságaitól függően keletkezett hiba orvoslása különböző.

1. Összetétel: a szilícium jelenléte döntő szerepet játszik. Ezért magában véve az a tény, hogyha az Al—Mg ötvözeteket finomított alumíniumból állítják elő, elegendő ahhoz, hogy hólyagosodásra nem hajlamos ötvözeteket nyerjünk. Ez a megoldás nem tökéletes, mert a finomított alumínium drága és az ötvözetek erősen befogott hegesztéskor repedékenyek.

Berillium adagolása nagyon érdekes orvoslási mód, mert késlelteti az oxidációt, feltételezhetően az alumíniumoxid réteg átalakul, amely így a levegő oxigénje számára áthatolhatatlanná válik. Vizsgálataink kimutatták, hogy a hozzáadagolandó minimális Be mennyiség 0,08% szilíciumot tartalmazó AlMg5 ötvözethez 0,015%, az 1% szilíciumot tartalmazó AlMgSi ötvözethez pedig 0,10%.

2. *Hőkezelés:* a lemezek huzamosabb ideig tartó homogenizálása hatásos, de iparilag kevéssé járható út. Valóban a homogenizálás körülményei (hőmérséklet és időtartam) főképpen a szilíciumtartalomtól függenek, és annál nagyobbnak, hosszabbnak kell lenniük, minél nagyobb az utóbbi. Így például 0,12% szilíciumtartalmú AlMg5-ötvözetet 12 órán keresztül 500 C°-on, vagy 24 órán keresztül 450 C°-on kell homogenizálni. Az ilyen kezelés viszont rendszerint az ötvözet mechanikai tulajdonságaira hátrányos szemcsenövekedéssel jár.

3. *Környező közeg:* lehetséges a hegesztési varratot a hegesztés kezdetétől fogva a levegőtől védeni. A hegesztőpor használata láthatóan hatásos, viszont nem küszöböli ki teljesen a gázhólyag képződést. Az orvoslás legjobb módja a semleges gáz-, leginkább argonvédelem. Ha a védelem teljes volt, a mikroszkópos vizsgálat során az oxidációnak az ötvözet felületén semmilyen nyoma nem mutatkozik. Helyes tehát argonhegesztés alatt ügyelni arra, hogy a fém olvadása és megszilárdulása folyamán teljesen argon-burokkal legyen borítva. Egyébként minden zavar, mint légvonat, az argonáram megszakadása, a jelzett hiba fellépésére vezethet.

Közöljük a titán hegesztésekor szokásos technika szerint, mindkét oldalon védett hegesztéssel elért eredményeket. A *8. táblázatban* látható jellemzőket például A—U4SG-(AlCu4Mg) ötvözetű

8. táblázat

Az A-U4SG ötvözet hegesztésekor nyert szilárdsági jellemzők

	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ
	kg/mm²		%
Szokásos argon ívhegesztés	33—39	33—41,5	1—1,6
Argon ívhegesztés teljes argon védelemmel (varrat- és gyökoldalon)	38—41	42—49,5	9—12

szerkezetből nyertük, hegesztett, edzett és mesterségesen öregített állapotban.

5. Összefoglaló

Az alumíniumötvözetek hegeszthetőségének vizsgálata olyan ötvözetek kialakítására vezetett, amelyek növelt biztosítékot nyújtanak hegesztett szerkezetek kivitelezésekor.

A nem hőkezelhető Al—Mg ötvözetcsoport A—G3MC, A—G4MC és A—G5MC változataira vonatkozólag meghatároztuk az Mn- és Cr-tartalmat annak érdekében, hogy elkerülhetők legyenek a zsugorodási repedések, amelyek befogott hegesztéseken felléphetnének. Az e célra kidolgozott ötvözetekkel készült hegesztési varratoknak jó a képlékenysége, megmarad ezeknek az ötvözeteknek jó korrózióállósága, a mechanikai tulajdonságok javulnak. Az önnemesedő Al—Zn—Mg ötvözetek nagymértékű repedékenységét Zr adalékkal gyakorlatilag teljesen sikerült kiküszöbölni.

A hőkezelhető ötvözeteknek azért mégis marad jelentősége, különösen az A—SG (Al—Mg—Si) és A—U6MT (Al—Cu6—Mn—Ti) változatoknak, azonban a hegesztést hőkezelésnek kell követnie, ha a mechanikai jellemzők iránt a követelmények nagyok. Megállapítottuk az A—SG (Al—Mg—Si) optimális Si-tartalmát, valamint feltártuk a 6% rezet tartalmazó ötvözetek jelentőségét.

A gázhólyagok kiküszöbölését és általában a hegesztési varratok oxidációját a gyökoldalnak argongáz-védésével küszöböltük ki. E technikával nagyon jelentős mértékben javítani lehet az oxidációra hajlamos ötvözetek jellemzőit. Az eredmény hőkezelés után különösen világosan látható az alumínium-réz-magnézium csoport ötvözeteinél.

IRODALOM

[1] *Hollard, M.:* Criquabilité des assemblages en alliages légers soudés. Revue de l'Aluminium, 1950. 175. o.

[2] *Hollard, M.:* Criquabilité des assemblages en alliages légers soudés. Revue de Métallurgie, 1950. 287—294. o.

[3] *Houldcroft, P. T.:* A simple cracking test for use with argon-arc-welding. British Welding, 1955. 471. o.

[4] *Edvard, M.:* Appréciation de risque de fissuration dans le soudage des alliages légers. Soudage et Techniques Connexes, 1962. 85. o.

[5] *Guilhaudis, A.—Develay, R.:* Additions de chrome et de manganese dans les alliages légers d'aluminium a 3 et 5% de magnésium. Revue de Métallurgie, 1957. 287. o.

[6] *Chevigny, R.:* Amélioration de la soudabilité des alliages aluminium-magnesium. Soudage et Techniques Connexes, 1959. 296. o.

[7] *Herenguel, J.:* Un nouvel alliage léger a moyenne résistance: le superalumag T 35. Revue de l'Aluminium, 1950. 133. o.

[8] Hug: Unidal. Aluminium Suisse, 1955. 112. o.

[9] *Brenner, P.:* Eigenschaften und Anwendung einer aushärtbaren und schweissbaren Al—Zn—Mg Legierung (Konstruktal 21—51). Alumínium 1961. 633. o.

[10] *Develay, R.—Croutzeilles, R.:* Améliorations apportées a la soudabilité de l'alliage A-Z4G. Revue de Métallurgie, 1962. 349. o.

[11] Brevet francais No. 873.313 déposé le 15 octobre 1961. Compagnie Péchiney. Alliages améliorés a base d'aluminium, de zinc et de magnesium.

[12] *Develay, R.—Croutzeilles, M.—Chevigny, R.:* Phénomenes de brulure et qualité des soudures des alliages légers. Revue de la Métallurgie, mai 1959. 409. o.

Műszaki eseménynaptár

Márc. 3. 80 éve (1884) született *Novobatzky Károly* fizikus, akadémikus, egyetemi tanár, a MTA alelnöke, kétszeres Kossuth-díjas, a kvantumelektrodinamika jelentős kutatója.

8. 75 éve (1889) halt meg *Ericssohn, John*, svéd származású amerikai feltaláló (szül. 1803), a gőzfecskendő feltalálója, és a hajócsavar tökéletesítője.

10. 90 éve (1874) halt meg *Jakobi, Borisz Szemjonovics* orosz fizikus (szül. 1801), a galvanoplasztikai eljárás feltalálója.

12. 140 éve (1824) született *Kirchhoff, Gustav Robert* német fizikus (megh. 1887), a színképzés egyik feltalálója.

12. 50 éve (1914) halt meg *Westinghouse, Georg* amerikai mérnök (szül. 1846) a légfék feltalálója.

13. 245 éve (1719) halt meg *Böttger, Johann Friedrich* német alkimista (szül. 1682) az európai porcelán feltalálója.

14. 100 éve (1864) született *Kürschák József* magyar műegyetemi tanár, matematikus (megh. 1933), a MTA tagja, a matematika egyik külföldön is elismert személyisége.

14. 85 éve (1879) született *Einstein, Albert* német fizikus (megh. 1955) a relativitás elméletének megalapítója.

17. 130 éve (1834) született *Daimler, Gottfried* német gépészmérnök (megh. 1900) az izzófejes belsőégésű motor feltalálója.

24. 280 éve (1684) született *Bél Mátyás* a XVIII. szd. legkiválóbb földrajzírója (megh. 1749) az első rendszeresen megjelenő hazai hírlap a „Nota Panoniensia" megalapítója.

28. 215 éve (1749) született *Laplace, Pierre Simon* francia matematikus (megh. 1827), a valószínűség-számítás jeles kutatója, a fizika és matematika egyik legjelentősebb személyisége.

31. 75 éve (1889) készült el a párizsi Eiffel-torony.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatást ad: *Pap János*. Tel.: 336—309

Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar lajstromszám: 150 982

Eljárás hőre keményedő műgyantával bevont homok előállítására. Öntödei Formázóanyagok Gyára, *Szekeres János és Hevenesi György.*

Bej. napja: 1961. jan. 16. Pótszabadalom a 147 594 sz. törzsszabadalomhoz.

A 147 594 sz. törzsszabadalomban a hőre keményedő műgyantával bevont homokot úgy állítják elő, hogy a homokot 200—220 C°-ra hevítik és elkeverik novolak állapotú fenolgyantával. Ezután egy hűtött fenekű keverőben keverés közben beadagolják a hexametiléntetramint, amikor is a homok felületén levő gyantaréteg hőrekeményedővé válik. Az egyenletes gyanta szétoszlatás a keverőberendezés hatásosságától és a kötőanyag viszkozitásától függ. A kötőanyag viszkozitását ugyan csökkentené a hőmérséklet növelése, ennek azonban határt szab a műanyag bomlékonysága. A találmány szerint javítható az elkeverés és ezáltal a homok minősége, ha a megőrölt gyantához 20—50% vizet adagolnak. A víz adalék hatására a gyanta hosszabb ideig marad hígan folyós állapotban, mint víz nélkül. Ennek eredményeként egyenletesebb a kötőanyag eloszlása és nő a belőle készített homok szilárdsága. A szilárdság növekedése minimum 20%.

Stiller Ottóné

Helytelen — **helyes**

A görgősorok egy kohászai üzemben *hosszúságukat tekintve akár km-es nagyságrendet is kitesznek.* — A görgősorok egy kohászati üzemben akár **km-es hosszúságúak is lehetnek.**

A fogaskerekek fogainak helytelen *profilgeometriája* rontja a hajtóművek hatásfokát. — A fogaskerekek fogainak helytelen **alakja** rontja a hajtóművek hatásfokát. (A profilgeometria felesleges tudóskodás és emiatt nehezen érthető.)

A nyújtás *hely függvényében való változása nagymértékű* növekedését *kerülendő* a b-értékét úgy választotta meg, hogy az *tartson* a zéró felé. — **Azért, hogy** a nyújtás **változásának** — **a helyétől függő** — növekedését **elkerülje,** a b-értékét úgy választotta meg, hogy zéró felé tartson. (Az első mondatban nem érthető, hogy minek a növekedéséről van szó, a hely függvényének vagy a változásának.)

A saválló-lemezgyártás hazai helyzete

SZŰCS ENDRE,
Kőbányai Vas- és Acélöntöde

Dk 669.14.018.84:621-412.13.003

Ismeretes, hogy 1945 előtt — ha nem is jelentős mennyiségben, de az akkori viszonyoknak megfelelően elfogadható minőségben — gyártottak hazánkban erősen ötvözött lemezeket. A Mávag Diósgyőr Vasgyár-a leginkább pácolatlan kivitelben szállított tűzálló lemezek gyártásával jó eredménnyel foglalkozott. Az akkor gyártott diósgyőri lemezek nem régen még fellelhetők voltak raktárunkban és a gyártmány a Diósgyőri Vasgyár 1945 előtti katalógusaiban is szerepelt. E lemezek — a mai értelemben elfogadott — felületi kivitelének, a pontosan meghatározott hőkezelési állapotának nem tulajdonítottak különös jelentőséget. Leginkább edzőedények, 800—1000 C° közötti hőmérsékleten dolgozó kemencebetétek stb. alakjában használták őket.

Arról kevesen tudnak és inkább csak történelmi érdekesség, hogy a Kövac jogelődjében, a Hubert és Sigmund RT.-ben működött egy hideghengerlésre alkalmas — kis hengertest-hosszú — állvány, amelyet egyesületünk megboldogult titkára, *Jakoby László* tervezett. Ez a hidegen hengerlő berendezés rozsdaálló szalagból készült fogpótló anyaggal látta el a felszabadulás előtti utolsó időben a hazai fogászatot. Ezenfelül igen kiterjedt kísérleteket végeztek Ni-mentes és Ni-szegény saválló szalaganyag előállítására. Érdemes megemlíteni, hogy a ma már az egész világon elterjedt, a Szovjetunióban is szabványosított 3—4% Ni-tartalmú, nitrogénnel ötvözött austenites acéllal gyakorlatilag azonos összetételű, HSA_2 néven forgalomba kerülő ötvözet feldolgozását *Vécsei Béla* ezen a berendezésen kísérletezte ki. Sajnos a felszabadulás utáni első idők vihara úgy elsöpörte ezt a berendezést, hogy még a nyomára sem sikerült akadni.

E — nagyságában jelentéktelen — próbálkozásokon kívül kétségtelen, hogy az ország akkori, legfeljebb 100 tonnákra rugó rozsdaálló, tűzálló lemez- és szalagszükségletét a német Krupp, a svéd Avesta és néhány amerikai vállalat elégítette ki. Ezt biztonsággal állíthatom, mert az 1935-től 1945-ig terjedő időben ezeket az anyagokat teljes egészében a Hubert és Sigmund Rt. hozta forgalomba és jórészt magunk is használtuk fel.

A felszabadulás után tudomásom szerint 1959—1960-ig ezekből az anyagokból nem volt újabb hazai gyártás.

Mi tette szükségessé a saválló lemez hazai gyártásának újrafelvételét?

Ismeretes, hogy a saválló anyagok világpiaci árában tonnánként legalább 500 $ munkabér jellegű költség van. Ilyen munkaigényes gyártmányoknak az importja, különösen tőkés piacról, az igények évről-évre való növekedése miatt egyre súlyosabb deviza tehertételt jelentett. Mégsem ez volt a gyártás újrafelvételének fő mozgató rugója, hanem az a körülmény, hogy a vegyipari és élelmiszeripari gépgyártmányok exportjában gyakran jelentkeztek olyan alapanyag-igények, amelyeknek kielégítése egyes konjunkturális időszakokban az import lemezek hosszú szállítási határideje miatt úgyszólván lehetetlen volt. Egy ilyen konkrét eset indította el pl. az első néhány tonna lemez gyártását Borsodnádasdon. Majd egy más alkalommal a Vegyipari Gép- és Radiátorgyár csak úgy tudta negyedéves tervét teljesíteni, hogy a Lőrinci Hengerműben szinte napokon belül legyártottak 20 mm vastagságú és 600 mm átmérőjű tárcsákat csőfalkészítés céljára. Az első ilyen próbálkozás mindössze 1—2 tonnát tett ki.

Ezeknek a közelmúltra utaló eseteknek hű történeti képét azért tartom szükségesnek elmondani, mert még ma is — mikor a rozsdaálló lemezgyártás 1980-as távlati tervét készítjük — akadnak, akik felvetik, hogy miért kellett és érdemes volt-e egyáltalán elkezdeni ennek a terméknek belföldi gyártását. A magam részéről most néhányszáz tonna legyártása és felhasználása után azt állítom, hogy amellett, hogy a gépgyártás fejlődéséhez jelentősen hozzájárult, a kohászatnak ez az eredménye önmagában is hasznos volt és szolgálta azt a célt, amelyet iparfejlesztésünk elé tűztek, hogy ti. a munkaigényes gyártmányok fejlesztését előtérbe kell helyezni az anyagigényesekkel szemben. Ez a megállapítás még fokozottabb mértékben vonatkozik a saválló csövek gyártására, melynek során az anyaghányad a saválló lemezek 50%-os szintjéhez képest mindössze 20—40%.

A saválló lemezgyártás különleges sajátosságai

Ismeretes, hogy közel 50 éve, 1915-ben jelentette be a Krupp cég két alkalmazottja, *Strauss, B.* és *Maurer, E.* az első szabadalmat, amely meghatározott összetételt és hőkezelést véd korrózionak kitett acélokban. A bejelentést hosszú kísérletsorozat előzte meg és az első elnevezések : V2A, V4A stb. első betűje és száma sem jelentenek mást, mint egy kísérlet-sorozatnak intern megjelölését. Az acélok megjelenése óta eltelt öt évtized után még mindig fennáló gyártási problémák az alábbi adottságokra, illetve tulajdonságokra vezethetők vissza.

1. Az austenites acélok hővezetőképessége 0,042 kcal/m h C°, tehát kereken egyharmada a legtöbb hagyományos acélféleség hővezetőképességének. Ebből adódik, hogy a melegalakítási, vagy hőkezelési hőmérsékletre való felmelegítés pontosan előírt, a szokásosnál lényegesen kisebb és szabályozott sebességgel végzendő.

2. Egyik legsúlyosabb probléma, hogy az acél olvadáspontja fölé a szokásos 50—100 C°-kal felmelegítve sűrűn folyó, a felületén igen nagy olvadáspontú, Cr-oxidban dús, bőrszerű hártya úszik, amely öntési hibák keletkezéséhez, a hidegfolyás-

hoz vezet. Nagyobb hőmérsékletre való felmelegítéskor viszont az acél egész nagyméretű. a melegalakítás közben — legkedvezőbb esetben is — felületi, de gyakran mélyebb szakadásokat okozó oszlopkristályok képzésére hajlamos. Az öntés közben keletkező oxidhártya kiküszöbölése érdekében törekedni kell a levegővel való érintkezés kizárására, vagy legalább is csökkentésére. Ezt a célt a legbiztonságosabban szolgálja a vákuumban való gyártás, vagy a hagyományos öntéskor a kagyló körüli argon védőgázzuhany használata, továbbá centrifugális öntéskor lehetőleg zárt kokillába kell önteni és a mozgásban levő acélsugár köré az oxigén elleni védelmet nyújtó ségőz-áramot kell létesíteni.

3. Az anyag izzítása közben a füstgázokból a ként messzemenően ki kell zárni, mert a füstgáz kéntartalma a nagy hőmérsékleten a Ni-lel rohamosan veszedelmes szulfidokat alkot, ennek a kohászatban jól ismert minden következményével együtt. A kénfelvétel szélső esetben olyan mértékű lehet, hogy az anyag teljesen melegalakíthatatlanná válik.

4. A melegalakítás szűk, 900—1160 C°-os hőmérsékletközét a következő tényezők írják elő parancsolóan.

a) 900 C°-nál kisebb hőmérsékleten rendkívül nagy a melegalakítással szemben az ellenállás és ugyanakkor — különösen, ha a gyártmány szennyezett — kicsiny az alakíthatóság mértéke. A vákuum kemencében előállított termékek egy lépcsőben elvégezhető melegalakításának mértéke kb. kétszer akkora, mint gáz- és egyéb szennyezőket tartalmazó légköri nyomáson gyártott tuskóké.

b) 1160C°-nál nagyobb hőmérsékleten általában olyan természetű és vastag reve keletkezik, amely pácolással is nehezen távolítható el és eltávolítása után használhatatlan, revegödrös felület marad vissza. Rontja ezt a jelenséget még az a körülmény is, hogy a pácolást a Cr-oxidban dús reve ellenállása következtében csak igen agresszív közegben lehet végezni, amely magát az alapanyagot is gyorsan megtámadja.

5. A kész gyártmány megfelelő fizikai tulajdonságait és szilárdsági jellemzőit csak 1030 C°-nál nagyobb hőmérsékletről induló homogenizálással lehet biztosítani, kiegészítve azzal, hogy a rossz hővezető-képesség miatt a hőelvonásnak olyan gyorsnak kell lennie, amelyet 2—3 mm vastagság felett csak vízben való hűtéssel tudunk elérni.

6. Az austenites acélok hidegalakítással szemben mutatkozó ellenállása is igen nagy, csakúgy mint a forgácsleválasztással szemben, amely a nagyfokú szívósságból adódik. (A nyúlás homogenizált állapotban 40—70%.) Ez a körülmény okozza, hogy a megfelelő felületi kivitelt biztosító hidegalakítás, akárcsak az esztergályozás vagy egyéb megmunkálás, különleges szerszámokat kíván.

7. A rossz hővezetőképesség, a fő ötvözőelemnek, a Ni-nek és magának az ötvözetnek is az oxigénhez való aránylag kis vegyrokonsága okozza, hogy az austenites acélokat a kohászatban elterjedt lángvágással, vagy oxigénnel nem lehet darabolni, hanem erre a célra csak a saját felerősített hőforrást biztosító lángvágás, vagy a plazma-vágás jöhet szóba.

8. Az acél gyártásakor, de különösen a gyártás közben keletkező hulladék feldolgozásakor igen nagy problémát jelent a C-tartalomnak 0,08—0,1% alatt tartása, ami korszerű austenites acélokra elengedhetetlen követelmény.

9. Még a 8. pontban említett kis C-tartalmon is gondoskodni kell a fölös karbonnak — a karbonhoz a Cr-énál nagyobb vegyrokonságú elemmel való — lekötéséről, mivel a króm-karbid a gyártás és felhasználás során 500—700 C° között kiválik a homogén szövetből és számos célra alkalmatlanná teszi az ötvözetet. A stabilizálás céljára alkalmas ötvözőelemek, a Ti, Nb, Ta olvadáspontja rendkívül nagy, az oxigénhez és a nitrogénhez való vegyrokonságuk tekintélyes, ezért megfelelő minőségű ferroötvözetük előállítása az egyik legnehezebb kohászati probléma. Végül karbidjaik mind öntés, mind meleg- és hidegalakítás közben szinte a nemfémes zárványokéval azonos kellemetlen tulajdonsághoz vezetnek.

10. Az acélgyártás során a C-tartalmat üzemszerűen olyan szintre kell megbízhatóan eltávolítani (0,03—0,04% alá), amelyen stabilizálásra nincs szükség. Ez igen nehéz kohászati feladat.

11. Az öntés alatt keletkező folytonossági hiányok, lunkerek, gázhólyagok stb., mindig tartalmaznak olyan felületi réteget, illetve szennyezést, amely az összehegedést a feldolgozás során kizárja. Messzemenően ki kell tehát küszöbölni az ilyen öntési hibák keletkezését, ami csak megfelelően karcsú és felfelé szélesedő kokillákban, valamint lehetőleg felső öntéssel érhető el. Ezekhez az ötvözetekhez a felöntés külön melegítése, hőleadó felöntések használata minden esetben gazdaságos és természetes technikai folyamat.

Az austenites acéloknak a gyártás során jórészt különleges gondot, nehézséget, vagy berendezést kívánó fenti összes tulajdonságát figyelembekell venni, mikor az acél gyártására, melegalakítására a berendezést megválasztjuk, illetve a gyártás műveleteit kijelöljük. Mindezen kedvezőtlen tulajdonságok összessége ellen a gyártás közben kifejtett küzdelem teszi az austenites acélokat munkaigényessé, ez kívánja meg, hogy még a gyártással foglalkozó segédmunkás is teljesen új szemléletet alakítson ki. Ezen felül meg kell barátkozni azzal, hogy a lemezgyártás minden fázisában — amely a tuskótól a kész lemezig legalább 3—4 lépcső — felületi ellenőrzésre alkalmas körülményeket kell teremteni, legcélszerűbben pácolással. A kedvezőtlen tulajdonságú felületi réteget minden melegalakítási fázis előtt kezdetben teljes egészében, később részlegesen el kell távolítani.

A saválló lemez és szalag gyártásának legkellemetlenebb velejáróját, a gyártási fázisok közben végzett köszörülést olyan évtizedes gyakorlattal és legkorszerűbb berendezésekkel rendelkező gyárban sem sikerült kiküszöbölni, mint amilyen a világhírű svéd Sandviken-gyár, amelyben a sav- és rozsdaálló szalagok és csövek gyártását a közelmúltban futólagosan alkalmam volt látni.

A saválló acélötvözetek felsorolt tulajdonságaiból adódó hazai gyártási nehézségek

a) Problémák az acél gyártása közben:

Már magának a betétnek az összeállításakor, illetve az ötvözéskor jelentkezik az első probléma. A négynullás, tehát legfeljebb 0,06% C-t tartalmazó Fe—Cr csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre. Ennek hiányában szinte lehetetlen maximum 0,08% felső C-határt tartani. Ha pedig a C-tartalom közeledik a magyar szabványban még megengedett 0,12%-hoz, a C lekötésére szükséges legalább 0,6% Ti-tartalom biztosítására olyan mennyiségű Fe—Ti-t kell beadagolni, amely mind az ötvözés, mind a továbbfeldolgozás közben nehézséget okoz és kizárja a jóminőségű, zárványszegény termék előállítását.

Mindegyik austenites acél gyártásával foglalkozó hazai üzemnek régi vágya a többalkotós, kis olvadáspontú, megfelelő minőségű Fe—Ti gyártásának hazai megoldása. Ez irányban kezdeti sikereket ért el a Vasipari Kutató Intézet Ércmetallurgiai Osztálya. Az eredmények azonban még kísérleti szinten sem teljesen kielégítők. Az öntéshez szükséges védőgáz használata sincs megoldva. Még megemlítem, hogy nálunk — tudomásom szerint a többi üzemünkben is — problémát jelent a gyártás közben végzett gyorselemzés, de még megoldatlan feladat a 0,1%-nál kisebb C-tartalom megbízható meghatározása is.

b) *A tuskók feldolgozása közben adódó problémák*

További, igen súlyos hiányosság a leöntött tuskók felületi tisztítása. Legkézenfekvőbb megoldás a gyalulással, vagy esztergályozással való kérgezés. Megfelelő célgépekkel gazdaságosabb a tuskók felületi köszörülése, ilyen megoldást láttunk a több tízezer tonnás mennyiségeket gyártó sandvikeni üzemben. Köszörülés gyalulás helyett nemcsak a kihozatalt javítja, hanem a külső finomszemcsés réteg megmentésével a lemez felülete is javul. A felöntésveszteség csökkentése érdekében feltétlenül meg kell oldanunk a hagyományos öntés közben a hőleadó tápfejek használatát.

c) *A hengerlés során jelentkező problémák*

A lemezhengerlés során mutatkozó legjelentősebb problémákról csak annyit említek meg, hogy kifogástalan melegítésre egyik hazai üzemben sincs lehetőség. Vita tárgyát képezi nemcsak nálunk, hanem az irodalomban is a felmelegítés során alkalmazható legnagyobb hőmérséklet. Találkozunk olyan irodalmi közleményekkel is, amelyek megengedhetőnek tartják az 1200—1230 C°-ra való felmelegítést is. Ha alaposan áttanulmányozzuk ezeknek a közleményeknek a lényegét és megírásuk előzményeit, mindig azt láthatjuk, hogy egy adott üzemben mutatkozó kényszerhelyzet magyarázatára keresnek tudományos alátámasztást. Négy jelentős német és a legnagyobb svéd üzemben szerzett tapasztalat teljesen alátámasztja azt a saját tapasztalatra támaszkodó megállapítást, hogy maximum 1160 C° az a megengedhető hőmérséklet, amelyre az utolsó melleghengerlő művelet előtt az anyagot fel szabad melegíteni. Ilyen irányú határozott érdeklődésemre megmutatták a nagyobb melegítési hőmérsékletnek következményeit a kész, pácolt, meleg szalag felületén, ami revegödrös, elfogadhatatlan felületben nyilvánult meg. Az ilyen felületnek a melegen hengerelt szalagon végzett javítását a teljes felületre kiterjedő köszörüléssel nem tartják gazdaságosnak és inkább a szalagot selejtezik.

Ami a kész lemezek teljes felületének köszörülését illeti, a svéd tapasztalat után még jobban megerősödik az a véleményem, hogy nem hoz gazdaságilag megfelelő megoldást a revegödrök, vagy egyéb felületi hibák miatt néhány tized mm vastagságú rétegnek a kész lemezről való teljes eltávolítása. A kész lemezek felületének köszörülése az egyébként kifogástalan hengerlési felület tovább javítására való és nem a hibák eltávolítására.

A 3 mm-nél vékonyabb lemez felületének továbbjavítása hideghengerléssel is elérhető, a 3—4 mm-nél vastagabbé pedig csiszolással.

Az alapanyagelőállítás, illetve a készre hengerlés során az eddigi hazai gyártáskor elkövetett súlyos hibák közül példaként a legutóbbi időben előfordult néhány esetet ragadok ki. Egyik legjellegzetesebb eset a legutóbbi időben Kiskunfélegyházán mélyhúzáskor jelentkezett hiba. A lemez szívóssági lehetőségeit maximálisan kihasználó mélyhúzási művelethez használtak fel pácolatlan, hőkezeletlen lemezeket. Húzás közben természetesen szakadás, felületi anyagritkulás következett be. A húzás után adódott selejteket megvizsgálva, a következőket lehetett megállapítani.

A húzószerszám és a lemezvastagság nem volt összhangban, aminek következtében a kb. 1200 mm-es tárcsaátmérőn húzással mintegy 600 mm mély és kb. 100 mm-es ∅-ben végződő kúp kialakításakor az anyag nyúlási lehetőségét olyan mértékben terhelték, hogy kb. 20%-ban szakadás következett be, a többiben 15—25%-os elvékonyodás, illetve megvastagodás. Az alakításnak ki nem tett részről szakító próbát véve, mindössze 19% nyúlást kaptunk, míg a próba megmaradó részét helyesen hőkezelve, a nyúlás 44%-ra növekedett.

A selejtes darabokat tovább vizsgálva számos lemezen felszálkásodott éles nyomokat találni, amelyek pontosan párhuzamosan követik a platina esztergályozási nyomát. Tehát az anyag az öntött állapottól a kész lemezig hengerléssel úgy jutott el, hogy az esztergályozás közben feltépett felület köszörülésre egyszer sem került.

Helyenként kisebb-nagyobb felületen az anyagba teljesen behengerelt salakfoltok találhatók, amelyeknek eredete talán még az öntésre vezethető vissza, vagy — ami a nagy melegítési hőmérsékletre utaló szövetvizsgálat után még valószínűbb — revebehengerlésről van szó. Bármelyik eset áll is fenn, nem fordult volna elő a hiba, ha pácolt és így szabad szemmel is elbírálható felületű lemez került volna mélyhúzásra a hibák eltávolítása után. Természetesen az is megenged-

hetetlen, hogy a hibát már az első darabokon látva, az egész mennyiséget, több mint 100 darabot, folyamatosan feldolgozták. A felhasználó saját hibájának eltakarására a gyártást vékonyabb, tehát ugyanazon lemezből hullámosság nélkül ki sem húzható kivitellel ismételte meg. Ebben az esetben szakadás természetesen nem következett be, de a lemez igénybevétele is sokkal kisebb volt, mint az előzőké. Tanulság az esetből, hogy öntött állapotról kész lemezig szükséges két-háromszori közbenső köszörülést mindenkor pácolásnak kell megelőznie, mert a revés hengerelt felületen a hibák nem láthatók, egy részüket még a köszörülés is eltakarja, pácolás és néhány napi állás után azonban a hibák, a salakzárványok igen jól láthatók és eltávolíthatók.

A hazai gyártás során felmerült nehézségek ismertetése után, úgy gondolom, közkívánatnak teszek eleget, ha néhány szót szólok a lemezalapanyag centrifugális öntéses gyártásáról. A centrifugális öntés öntöttvasból készült forgástestek előállítására több mint száz éve ismert eljárás. Acélöntéshez a centrifugálás ipari méretekben a 20-as évek elejére esik. Az első tudományos irodalmi közelmény dr. *Väth*-től 1934-ben jelent meg [1]. Már ez a közlemény is elég részletes leírással és ábrával említi, hogy *Gamman*, L. az Egyesült Államokban kísérleteket végzett centrifugális öntéssel lemezplatina előállítására.

A kísérletek során a nagy átmérőjű hengeres testet a kívánt körszeletekre úgy osztotta szét, hogy az alkotó mentén tűzállóanyag léceket helyezett a kokillába, aminek következtében a belső felület esztergályozása után az egyes platinakörszeletek szétesve álltak rendelkezésre. Az eljárás számos műszaki nehézség miatt — tudomásom szerint — nem került ipari bevezetésre. Később *Leitner* és *Plöckinger* „Die Edelstahlerzeugung" c. könyvében [2] említi, hogy nagy jövőt jósol a centrifugális öntésnek, elsősorban CrNi austenites acélokból lemez- és csőalapanyag előállítására. Kb. ugyanezen időben más német irodalmi forrásból értesülünk, hogy a nagy beruházási költségre való tekintettel több vállalat közös költséggel létesített olyan centrifugális öntőberendezést [3], amely 45 tonnás perselyek előállítására alkalmas. A perselyeket a továbbiakban nagy hőmérsékleten és nyomás alatt működő, tehát igen kényes berendezésekre dolgozták fel kovácsolással. A berendezés nagyságára jellemző, hogy a teljes megdermedés befejezéséig mintegy 8 órán keresztül kell a kokillát forgásban tartani. Legújabban az Iron and Steel 1959. januári számában megjelent közleményből értesülünk, hogy az angol Birminghamban többezer tonna évi kapacitású centrifugális öntödét létesítettek (Spartan Steel and Alloys, Ltd.) [4] elsősorban ferrites és austenites anyagok feldolgozására. Ebben az üzemben nagy átmérőjű kokillában négyszögkeresztmetszetű bugát is gyártanak centrifugális öntéssel, melyet nagyolás után kiegyengetve különböző hengerelt árura dolgoznak fel. Csőalapanyagnak centrifugális öntéses gyártásáról a legújabb szovjet irodalmi forrásokból is van értesülésünk.

Melyek azok az előnyök a centrifugális öntéskor, melyeknek kihasználása ezt az eljárást az austenites ötvözetek öntéséhez létjogosulttá teszi?

Általánosságban a centrifugális öntésnek jellemzője mindenfajta álló öntéssel szemben — a folyamatos öntést kivéve — a messzemenő gépesíthetőség és ezzel együttjáró nagy termelékenység. Saját, kb. évi 6000 tonna készárut előállító centrifugális öntödénk műszakonkénti létszáma, 20—30 kg körüli átlagos darabsúly mellett 16 fő. Alapterülete 500 m², tehát alig 1/5-e munkaerő- és területigény szempontjából a hasonló kapacitású és ugyanazon terméket előállító statikus öntődének. Ez a körülmény a gyártási mód természetes velejárója, mivel az 1 tonna súlyú tömör tuskó és az ugyanilyen súlyú persely megdermedési időszükséglete között is hasonló az arány.

A megdermedési folyamat közben ható centrifugális erő a kristályosodás egész folyamatát úgy irányítja, hogy az austenites acélokban oly nagy veszélyt jelentő durva oszlopkristályok egyáltalán nem, vagy csak kisebb mértékben tudnak kialakulni. Hasonlóan kedvező hatást fejt ki mind folyékony állapotban, mind a megdermedési folyamat közben a zárványok felúszási sebességének növelésére.

Mint ismeretes, álló öntés közben az öntőformában a zárványok felúszására alig van lehetőség. Centrifugális öntés közben viszont valamennyi kutató egybehangzó véleménye szerint az öntés közben biztosított megfelelő körülményekkel a gyártmány zárványtartalmát tetemesen csökkenteni lehet. Különösen radikálisan csökken a durvább zárványok mennyisége. Ezt igazolja az eddig lefolytatott gyártás is, amely során a kész termékben durva salak, illetve zárvány — a beöntés pillanatában megdermedt vékony kérget és az eltávolítandó felöntési részt kivéve — egyáltalán nem található. Ez a tapasztalat elméletileg is alátámasztható. Mint ismeretes, statikus öntéskor a kisebb fajsúlyú nemfémes zárványok állandó sebességgel úsznak a fürdő felszíne felé, ha mozgásukra egyéb körülmény nincs hatással. A felúszás sebességét a Stokes-féle képlettel meghatározhatjuk. A hosszadalmas számítás mellőzésével az eredményt az *1. táblázatban* mutatom be.

1. táblázat

A zárványok felúszásának sebessége álló és centrifugáló öntéskor

(kerületi sebesség 1100 cm/s)

A salakzárvány Ø-je, cm	A felúszás sebessége	
	álló öntéskor	centrifugális öntéskor
	cm/s	
0,1	390,0	45 800
0,01	3,9	458
		4,58
0,001	0,039	0,0458
0,0001	0,00039	

A zárványok elkülönülése szempontjából nagy gyakorlati jelentőségű a felúszási sebesség. A táb-

lázatból látható, hogy centrifugálisan öntött anyagban a kb. egy nagyságrenddel kisebb Ø-jű zárványrészecske felúszási sebessége egyezik az álló öntéskor keletkezőével. Más szóval, egyébként azonos körülményeket feltételezve, centrifugális öntéskor még tízszer kisebb átmérőjű zárványokat is elkülönülésre lehet kényszeríteni.

A zárványok felúszására kedvező hatással van az, hogy a fürdőt jelentős szemcsedurvulás veszélye nélkül túlhevítjük.

Nyehezendi szerint [5] CrNi acélok öntésekor a durva primér szövet ellen irányuló küzdelemben a centrifugális öntés ad gyökeres eredményt. Természetesen az olyan gyártási hibák alkalmával, mint a helytelen öntési hőmérséklet, öntési sebesség, a centrifugális öntés sem csodaszer, sőt a folyamatok gyorsabb lefolyása és bonyolultsága miatt még nagyobb fegyelmet kíván, mint az álló öntés.

Lemezplatina gyártásakor a centrifugális öntésnek további előnye, hogy gyalulás helyett kérgezés folyamatos forgács-leválasztást biztosító esztergályozással végezhető. Ez az előny sokszögű tuskók hántolására alkalmas berendezésekkel szemben azonban nem áll fenn. Centrifugális öntés közben lényegesen egyszerűbb és biztonságosabban kivitelezhető az acélsugár és a már leöntött anyag felületéről a levegő kizárása különböző alacsony forrpontú és egyben oxidoldó salakok használatával. Álló öntéskor nincs biztosíték arra, hogy ilyen jellegű salakok megdermedés közben be ne záródjanak, a centrifugális erő azonban ezt a veszélyt teljesen kiküszöböli.

Természetesen a megdermedést kísérő fizikai jelenségeket, mint a lunkerképződés, a kisebb ferrosztatikai nyomás következtében előálló laza szövet stb. a centrifugális öntéskor is figyelembe kell venni. Gyakorlatilag az alakult ki, hogy a centrifugális öntéssel gyártott austenites acélokról az 500 mm-es ferrosztatikai nyomással egyensúlyt tartó, esetünkben 13—15 mm vastag felöntés-jellegű kérget minden körülmények között el kell távolítani. A kihozatal javítása érdekében elkövetett munkafegyelmezetlenség ennél a műveletnél — minden következményével együtt — a leggyakoribb.

Összefoglalva a hazai rozsda- és saválló lemezgyártás során mutatkozó problémák lényegét, a nehézségek nem abból származnak, hogy az alapanyag álló- vagy centrifugális öntéssel készül-e, hanem elsősorban abból, hogy a ma már eléggé ismert és bonyolult gyártási folyamat egyes fázisainak szakszerű elvégzéséhez vagy megfelelő berendezés nem áll rendelkezésre, vagy rosszul felfogott érdekből egyes fontos fázisok elhagyásra kerülnek.

Egyes embereknek csupán szakmai, másoknak anyagi érdekeltséggel is sarkalt lelkesedése oda vezetett, hogy jelentős mennyiségű saválló anyag készült hazánkban. Az eredmények elérésére befektetett munkamennyiségnek csak kisebb része az, amellyel az adott viszonyok között elfogadható munkaeljárást alakítottunk ki, nagyobb része arra használódott fel, hogy a feldolgozó iparral elfogadtassuk a magunk gyártmányát. Ez a folyamat pedig nem lehet harci kérdés, mert félő, hogy ebben a harcban elfogy a lelkesedés és a minőség további javításához szükséges energia.

Mi a feldolgozó ipar vonakodásának és helyenként akadékoskodásának az oka?

Nem utolsósorban a divat, a megszokottnak újjal felváltásától való félelem.

Borsodnádasd melegen hengerelt és utándresszírozott lemezét a Schöller—Bleckmann cég hidegen hengerelt, tükörfényes lemezével hasonlítjuk össze. Úgy lehet mondani, hogy az összehasonlítók a saját zsebükön keresztül nem érzik, hogy minden tonna import lemez 100—150 $-ért ragyog. Minden felhasználó idegenkedik a köszörülési többletráfordítástól.[1] Ez a gyártmány termelékenységét felépítő normaórákban nem szerepel, tehát romlik a termelékenységi mutató, ami népgazdasági szinten ugyan sokat nem mutat. Ezenfelül romlik még az önköltség is vállalati szinten és azt már kevés felhasználó érzékeli, hogy idegenkedésének milyenek a népgazdasági kihatásai. A helyzet lényegesen ma sem változott, néhány száz tonna hazai lemez felhasználása után. Döntő változást csak a lemezgyártó és felhasználó számára egyaránt ösztönző árrendszer hozhat.

Olyan körülményeket kell teremteni felvilágosító munkával, árképzéssel, melyek között a hazai melegen hengerelt lemezt az importból beszerzett — és nem a legjobb, hanem azonos kivitelű — melegen hengerelt lemezzel hasonlítják össze és az összehasonlításból anyagilag érdekeltté tétel fakad.

Természetesen hőkezeletlen, pácolatlan lemezt nem szabad eladni, mert az ilyen nem végtermék. Meg kell oldani, hogy a lemezhengermű egyszer már melegen alakított és melegalakítás után csiszolt platinát kapjon, mert véleményem szerint a munka eddig az acélmű feladata. A tuskó még hántolt állapotban sem piaci termék. A magyar nemesacélgyár megindulásáig még eltelő időszak áthidalására beruházásokkal olyan viszonyokat kell teremteni az üzemekben, hogy legfeljebb a termelékenység legyen rosszabb, mint a legfejlettebb tőkés gyárakban, de a minőség biztosításának minden technikai feltétele harc nélkül legyen meg. Ez véleményem szerint az előfeltétele az olyan kiemelt iparágak tervezett fejlesztésének, mint a vegyipar, vegyipari gépgyártás, élelmiszeripari gépgyártás, melyek a saválló lemezek legfőbb fogyasztói.

[1] Ez is hozzátartozik a cikkben helyesen kifogásolt áldatlan s a fejlődést hátráltató vitákhoz, mert a kifogásolt idegenkedés legyőzése helyett a kohászatnak csiszolt, fényes stb. követelményt kielégítő, kész gyártmányt kell adnia (a szerkesztő).

IRODALOM

[1] *Dr. Ing. Väth, A.:* Der Schleuderguss
[2] *Leitner, F.—Plöckinger, E.:* Die Edelstahlerzeugung 398. o.
[3] *Zwetnenko, J. K.—Fuss, B.:* Stahl u. Eisen 1938. 8. o.
[4] Iron and Steel 1959. jan. 27—31. o.
[5] *Nyehendzi, J. A.:* Acélöntés (Nehézipari Könyvkiadó, 1954.).

Kohászati oktatásunk 200 esztendeje*

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN egyetemi tanár a műszaki tudományok doktora

Dk 62 + 622 + 669 (439) 378.4

A kohászati tudományok intézményes, egyetemi szintű oktatása hazánkban 1735-ben indult meg. Az oktatás a *Kohászat, Ásványtan, Kémia Tanszék* alapításával ugrásszerüen fejlődött. Ez a tanszék egészen 1840-ig a kémián kívül az ásványtant és a kohászattant is oktatta, 1840-től 1866-ig a kémia és kohászattan oktatásával foglalkozott, az utóbb említett időpontban azután *Kohászati és Kémlészeti Tanszékre*, valamint *Kémiai Tanszékre* különült el. A Kohászati és Kémlészeti Tanszék 1870-ben *Vaskohászattani* és *Fémkohászattani* tanszékre ágazódott el, 1923-ban létesítették a *Tüzeléstani* és a *Metallográfiai* Tanszéket. Ezek közül az első a vaskohászattani, a második pedig a fémkohászattani tanszékből szakadt ki.

Láthatjuk, hogy a 200 évvel ezelőtt alapított tanszék feladatának egyrészét jelenleg 4 tanszék látja el.

A kohászaton belül a XIX. század közepéig a fémkohászaton volt a hangsúly, ettől az időtől kezdve azonban a vasgyártás jelentőségének nö-, vekedése és az új acélgyártó eljárások (Bessemer, Siemens—Martin) bevezetése miatt ez fokozatosan a vaskohászatra tolódott át. Újabban az alumínium térhódításával ritkafémek, nagytisztaságú fémek és félvezetők előállításának igénye miatt a hazai fémkohászat kezd az eddiginél nagyobb szerepet játszani. Ezeket a megállapításokat tükrözi a kohászati oktatás fejlődése is.

A Kohászat, Ásványtan, Kémia, illetve a *Kohászat és Kémia* tanszék keretén belül mindvégig igen nagy fontosságú volt a kohászattan oktatása. Ezt nemcsak a kohászattannak az oktatására fordított óraszáma mutatja, hanem ezt bizonyítják a ránk maradt jegyzetek, könyvek, a tanszékvezetők tollából megjelent cikkek és azok a kutatási témák is, amelyekkel a tanszékvezetők foglalkoztak.

Így pl. *Jacquin Miklós József*, a *Kohászat, Ásványtan, Kémia* tanszék első tanára, aki *1763—1769-ig* vezette a tanszéket, előadásainak vezérfonalául *Gellertnek* „Anfangsgründe zur metallurgischen Chimie" c. könyvét használta. Kutatásai közben mészégetéssel is foglalkozott, az akkori tudomány állásához mérten igen magas színvonalon. Róla érdemes még megjegyezni, hogy nálunk Magyarországon elsőként végzett 1768-ban kőszénlepárlási kísérleteket.

A tanszék vezetésében *Scopoli János Antal* lett az utódja, aki *1769—1779-ig* volt a tanszék vezetője. „Anfangsgründe der Metallurgie" címen könyvet is írt.

A *Kohászat, Ásványtan, Kémia* tanszék harmadik vezetője, *Rupprecht Antal*, 1780—1792-ig vezette a tanszéket. Az akkori időben nagyon időszerű tellur-problémával foglalkozott és *Jacquin* híres tanítványával *Müller Ferenccel* folytatott vitája közben fedezte fel utóbbi a tellurt. *Rupprecht* az 1780-as évek vége felé a *földek fémesítésére* irányuló redukciós kísérleteket végzett az általa épített kitűnő olvasztókemencében. Ezek közben sikerült neki platinát és mangánt előállítani. Ezek a redukciós kísérletek abban az időben igen nagy feltűnést keltettek. Ugyancsak *Rupprecht* együtt dolgozott *Born Ignáczcal* az ezüstércek foncsorítással való feldolgozásában. *Rupprecht* vezette a Selmecen létesített és világhírűvé vált amalgámozó üzemet és ő tovább is fejlesztette *Born Ignác* eljárását. A kémiai folyamatokat nálunk *Rupprecht* jelölte először jelekkel.

Rupprecht utóda *Patzier Mihály Ignác* négykötetes munkát írt „Anleitung zur metallurgischen Chemie" címen. Ez az 1805-ben Budán megjelent könyv *Patzier* előadásainak anyagát tartalmazza. Ebből is megállapítható, hogy az előadásokban a kohászattannak a tárgyalása jelentős helyet foglalt el.

Dr. Wehrle Alajos, aki 1820—1835-ig vezette a tanszéket, 1841-ben Bécsben „Lehrbuch der Probier- und Hüttenkunde als Leitfaden für akademische Vorlesungen" címen kétkötetes könyvet jelentetett meg, amely 1844-ben Bécsben második kiadásban is megjelent.

Az előzőleg felsorolt néhány adat is szemléltetően mutatja, hogy a kémia oktatásának keretében milyen jelentős helyet foglalt el a kohászattannak az ismertetése.

Az előző időszakban a kohászattant a második évfolyamban oktatták a *Kémia és Kémlészet*, illetve a *Gyakorlati kohászat* c. tárgyak keretén belül.

1846—1860-ig a kohászatot a *Próbatan és kohászat* címen a nyolcadik félévben oktatták.

1860-ban *Általános kohászat* és *Speciális kohászat* c. tárgyakat vezették be. Az előzőt az ötödik és hatodik félévben, az utóbbit pedig a nyolcadik félévben oktatták.

1860—1872-ig a kohászatot 3 tárgy keretében a 4. évben tanították. Ezek a következők voltak: *Kohászattan, Kohótelepek tervezése* és *Kémlészet*. Az előadásokon kívül kezdettől fogva igen nagy fontosságú volt a gyakorlati oktatás is. A képzéshez ebben az időben szervesen hozzátartozott, hogy a IV. évesek hetenként Selmechez közel fekvő kohókat tekintettek meg.

Azt, hogy a *Kohászat és kémia* tanszéken milyen fontosnak tartották a kohászattan oktatását, talán az bizonyítja a legjobban, hogy amikor 1866-ban önálló *Kohászati és Kémlészeti* tanszéket alapítottak, ennek az új tanszéknek első tanára az a *Curter Ignácz* lett, aki előzőleg 1857-től a *Kémia és Kohászat* elnevezésű tanszéket vezette.

1868-ban a Kohászati és Kémlészeti tanszék vezetését *Kerpely Antal* vette át. Kerpely 1881-ig volt a Bányászati és Erdészeti Akadémia tanára,

*Elhangzott előadásként a „Kohászat, Ásványtan, Kémia" tanszék alaptásának 200 éves évfordulója alkalmával 1963. év IX. hó 16-án

a *Kohászati és Kémlészeti* tanszéknek 1870-ben történt kettéválásakor a *Vaskohászattani Tanszéket* választotta.

Kerpely igen nagy tudású, széles látókörű, Európa akkori vaskohászatát igen jól ismerő tanár volt, aki bámulatos irodalmi munkássága mellett kitűnően szervezte és fejlesztette a vaskohászati tanszéket és a vaskohászattan oktatását. Működése egybeesett az oktatási nyelv magyarrá tételével és a bányász- és kohászképzés különválásával.

„A vaskohászat gyakorlati és elméleti kézikönyve" című 2 kötetes könyve 1873-ban, illetve 1874-ben jelent meg. „Die Anlage und Einrichtung der Eisenhütten" című 7 kötetes munkája 1873 és 1884 között került ki a nyomdából. „A vaspályasínek tulajdonságaira vonatkozó kísérletek és tanulmányok" című könyve 1877-ben készült el magyarul, 1878-ben pedig németül. A Lipcsében évenként megjelent „Bericht über die Fortschritte der Eisenhüttentechnik" című kiadványsorozatban 20 éven át tájékoztatta a szakembereket a vaskohászat akkori helyzetéről és évenkénti fejlődéséről. A felsorolt munkákon kívül számos közleménye jelent meg a Bányászati és Kohászati Lapokban, a Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönyében és a Berg- und Hüttenmännische Zeitung hasábjain. *Kerpely* a vaskohászokat a 3. évfolyamon a „Vaskohászat, vas- és acélgyártás" és a „Vaskohók és gyártelepek tervezése" című tárgyból oktatta.

Igen nagy gondot fordított hallgatói gyakorlati oktatására is. Ezért igen gazdag és az előadás szemléltetését nagy mértékben elősegítő gyűjteményt állított össze, bővítette a tanszéki laboratóriumok felszereltségét, nagy figyelemmel volt az üzemi elemzések ismertetésére és kitűnő érzékkel szervezte meg a hallgatók tanulmányútjait. Az utóbbiak során arra nevelte hallgatóit, hogy a jelenségeket, a megfigyelt dolgokat ne csak feljegyezzék, hanem kritikailag értékeljék is.

Érdemei elismeréséül a Magyar Tudományos Akadémia 1877-ben tagjává választotta, a freibergi Bányászati Akadémia pedig meghívta az ottani Vaskohászattani Tanszék tanári állására.

Kerpely azonban ezt a megtisztelő megbízatást nem vállalta. Tanári működése alatt fáradhatatlanul dolgozott a hazai kohászképzés új alapokra helyezéséért, az elméleti és gyakorlati oktatás elmélyítéséért és továbbfejlesztéséért. Valóban elmondhatjuk róla, hogy tanult, tanított, kutatott és alkotott.

Kerpely Antalt 1881-ben az elavult felszerelésű állami vasgyárak rendbehozása céljából az állami vasgyárak központi igazgatójává nevezték ki, így meg kellett válnia a tanszéktől.

Utódja *Soltz Vilmos*, aki 1881-től 1901-ig vezette a tanszéket, tovább bővítette a gyűjteményt, korszerűsítette a berendezést és a felszerelést. Energiájának nagy részét a tanszék elhelyezésének javítására fordította. Az első tanszék ugyanis Selmecbányán a Krecsmáry-féle házban kezdte, majd a Belházy-féle házban folytatta működését. Ez a megoldás az első időben megfelelt a célnak, száz év múlva azonban már semmiképpen sem volt jó. *Soltz*, mint az Akadémia akkori igazgatója, vett részt annak a bányászati épületnek az avatásán, amelynek első emeletén a Vaskohászati Tanszék is helyet kapott.

Soltz Vilmos halála után a tanszék vezetésével *dr. Barlai Bélát* bízták meg. *Barlai* nagy gyakorlati tapasztalata mellett erősen elméleti érdeklődésű ember volt. Felismerte a kémiának és a tüzeléstani ismereteknek a jelentőségét a vaskohászatban. Ezekből a tárgykörökből szerzett a Kolozsvári Tudományegyetemen kémiai doktori fokozatot. *Barlai* tanári működésének kezdete arra az időre esik, amikor a fizikai-kémiát és a metallográfiát egyre nagyobb mértékben kezdik a vaskohászatban használni. Arra törekedett, hogy hallgatóit korszerű ismeretekkel ruházza fel, ezért előadásait igen magas színvonalon tartotta és 2 kötetes „Vaskohászat kézikönyve" című tankönyvének első részében a vas metallurgiai kémiájáról és a salakokról, a másodikban pedig a tüzeléstanról közöl az akkori időkben igen korszerűnek mondható ismereteket.

Barlai azonban azzal is tisztában volt, hogy a magas színvonalú elméleti oktatásnak kísérleti laboratóriumi munkával kell párosulnia. Ezért vaskohászati kísérleti laboratórium létrehozásán fáradozott. Az 1908-ban elkészült laboratórium Európa legkorszerűbb ilyen létesítményei közé tartozott. 562 m^2 alapterületen villamos központ, anyagvizsgáló gépek, metallográfiai vizsgáló készülékek, tüzelőanyagok vizsgálatára alkalmas berendezések, kémiai laboratórium, sötétkamra, kemenceszoba, öntöde és kis kovácsműhely volt elhelyezve. A laboratóriumban fel voltak állítva a vizsgálatokhoz szükséges mérő és ellenőrző műszerek is.

Barlai sokat járt külföldön. Így gyakorlati vonalon is igen széleskörű ismeretekre tett szert. Ezeket, mint tanár bőven értékesítette is. Alkotó munkáját derékba törte az I. világháború. A Főiskolának 1919-ben Sopronba költözésekor betegsége miatt meg kellett válnia az Alma Matertől. Ekkor a tanszék vezetésével *Balázs Istvánt* bízták meg. *Balázs* Sopronban a Károly laktanyában, majd a Honvéd Főreáliskola épületében a tanszék elhelyezésével volt elfoglalva és amikor 1923-ban a Vaskohászattani Tanszéktől leválasztva a *Tüzeléstan és Anyagvizsgálat* Tanszéket létesítették, az új tanszék vezetését ő vette át. Ugyanebben az időben *Cotel Ernő* került a Vaskohászati Tanszék élére. *Cotel* a mostoha körülmények közé került és felszerelését elveszített tanszéken legfőbb feladatának azt tekintette, hogy a szakterület új kutatási eredményeit magában foglaló tankönyveket és szakkönyveket írjon. Így jelent meg „A hengerlés alapelvei", „A nyersvasgyártás alapelvei" és „A Martin-acélgyártás" c. könyve. Ezeket német nyelvre is lefordították. *Cotel* az ipari vállalatok segítségével öntészeti, metallurgiai, hengerlési és mikroszkópiai laboratóriumot állított fel, mechanikai műhelyt és gyűjteményt rendezett be. Így a tanszék az oktatómunka mellett egyre több tudományos, kutató munkát tudott végezni. Ennek keretében az oktatók, a doktorandusok a vasércek pörkölé-

sével, a formázóhomokok tulajdonságainak, a hengerlés kísérő jelenségeinek vizsgálatával és különféle metallográfiai és tüzelési problémával foglalkoztak. *Cotel* széleskörű irodalmi tevékenységet folytatott és ezzel itthon és külföldön elismerést vívott ki magának és a tanszéknek.

Cotel 1944-ben nyugalomba vonult. Ekkor *dr. Diószeghy Dánielt* bízták meg a tanszék vezetésével, 1946-ban pedig *Zsák Viktort* nevezték ki tanszékvezetővé. *Zsák* külföldi és hazai üzemekben szerzett igen széleskörű gyakorlati ismeretei átadásával oktatta hallgatóit. Minden előadott tárgyából: nyersvasgyártásból, acélgyártásból és öntészetből igen jól használható jegyzeteket írt, homokvizsgáló laboratóriumot állított fel és 1952-től, a tanszék Miskolcra településétől kezdve egészen 1955-ig, nyugalomba vonulásáig fáradságot nem kímélve, minden héten Győrből Miskolcra utazva, saját példáján át kötelességteljesítésre, szakmaszeretetre nevelte hallgatóit. Sokat dolgozott, írt és tanított. Tevékenyen részt vett a Vaskohászati enciklopédia több kötetének megírásában.

Nyugalomba vonulása után 1956-tól 1960-ig *Szele Mihály*, 1960-tól pedig *dr. Simon Sándor* vezeti a tanszéket. *Szele Mihály* széleskörű hazai és nemzetközi tapasztalatait igyekezett az oktatásban hasznosítani. *Dr. Simon Sándor* színvonalas jegyzetek írásán kívül a Barlai-féle laboratóriumi felszerelés elvesztése, a két világháború közötti igen szűkös anyagi lehetőségek, a tüzeléstani és az anyagvizsgálati rész kiválása és a technika nagy arányú fejlődése miatt igen hiányossá és korszerűtlenné vált laboratóriumi részleg fejlesztésére, illetőleg megteremtésére törekedett és törekszik ma is. Ma már a tanszéken jól felszerelt izotóplaboratórium működik, van nyersvasgyártó, acélgyártó és öntészeti laboratórium, melyek lehetővé tették a gyakorlati oktatás színvonalának nagymértékű növelését. Az utóbbiakból ugyan még hiányzanak az igen költséges korszerű berendezések, de már így is sok szakmai tudományos probléma laboratóriumi vizsgálatára alkalmasak. Bevezették „A rádióaktív izotópok kohászati alkalmazása" és a „Ferroötvözetek gyártása" című új tárgyak oktatását. Az eddig elért eredmények reményt nyújtanak arra, hogy a jövőben rendelkezésre álló nagyobb anyagi segítséggel, a tanszék minden irányú, a reális igényeknek megfelelő fejlesztésével a Vaskohászattani Tanszék is jelentős mértékben fog fejlődni.

Az 1923-ban létesített és a *Vaskohászattani Tanszékből* kiváló *Tüzeléstan és Anyagvizsgálat* Tanszék első vezetőjének *Balázs Istvánt* nevezték ki. *Balázs* 1938-ban vonult nyugalomba. Utódja *dr. Diószeghy Dániel* lett, aki ma is vezeti a tanszéket. *Dr. Diószeghy Dániel* sok jegyzetet, tan- és szakkönyvet írt, munkatársai segítségével korszerű laboratóriumi oktatást alakított ki, kiharcolta az időközben munkájával mind itthon, mind külföldön elismert *Tüzeléstani Kutató Intézet* létesítését.

A *Kohászati és Kémlészeti* Tanszék kettéválasztásakor létesített másik tanszéknek a *Fémkohászattani Tanszék*-nek a működését szeretném nagy vonalakban ismertetni.

Az 1870-ben szervezett Fémkohászattani Tanszékre *Schréder Rezsőt* nevezték ki tanszékvezető egyetemi tanárrá. *Schréder* az általános kohászattan, fűtőkészülékek, tüzelőanyagok és a szenítés elmélete, a fémkohászattan, foncsorozás és lúgzás, a kohótelepek tervezése és szerkezete, a fémkémlészet és a pénzverészet című tárgyakat adta elő. Gyakorlati munkaként az ezüsttartalmú rézércek foncsorításával, a dús ólom előállításának és feldolgozásának problémáival foglalkozott. Sajnos *Schréder* a 80-as években már sokat betegeskedett és ezért 1887-ben nyugalomba is vonult.

Utódjává *Schelle Róbertet* nevezték ki. *Schelle* 1888-tól 1892-ig vezette a tanszéket. Kiválóan képzett ember volt. Selmecen végzett, majd *Scheneknél* volt tanársegéd. 1887 őszén hivatalos tanulmányútra a heidelbergi és az aacheni egyetemre küldték ki és ezeken a helyeken a kémiában és a kohászatban elméleti és gyakorlati tanulmányokat folytatott. A heidelbergi egyetemen *Bunsen* kísérleti előadásait hallgatta és elemző kémiai gyakorlatokon vett részt, ezenkívül *Kopp* elméleti kémia és *Schmidt* kémiai technológia c. előadásait is hallgatta. *Bunsen* tanársegédi állást is ajánlott fel neki, azonban ezt nem fogadta el, hanem előre megtervezett programja szerint az aacheni műegyetemre ment, ahol *Classennél* a fémek vegytanát, *Michaelisnél* az organikus kémiát, *Dürrernél* az általános kohászatot és *Neumannál* a gázelemzést hallgatta. Az Aachenben töltött idő alatt minden szabad idejében *Classen* laboratóriumában dolgozott és elsősorban az elektrolízissel foglalkozott. Önálló munkát végzett az ónnak elektroanalitikai meghatározásával kapcsolatban és az erre vonatkozó tanulmányokat *Classennal* együtt közölte a Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft c. kiadványban. Ugyanitt ismertette az akkumulátorok elektroanalitikában való használatának lehetőségeit. Heidelbergi és aacheni tartózkodása alatt tanulmányozta a környékbeli vegyigyárakat, a Rajna menti és belgiumi kémiai gyárakat és kohókat. 1888 augusztusában hazájába visszatérve útközben meglátogatta a rajnai—westfáliai, harzi, szászországi, csehországi, tiroli, karinthiai, krajnai és steieri fémkohókat és ezekről a tanulmányokról a Bányászati és Kohászati Lapokban számolt be.

Schelle Róbert a Fémkohászattani Tanszéken oktató munkája mellett tudományos munkát is végzett. Elsősorban a selmeci fémkohóban termelt tellur finomításával foglalkozott. Sikerült is neki ezüstfehér színű tellurt előállítania.

1892-ben *dr. Schenek István* professzor nyugalomba vonulása után a Fémkohászati Tanszéket a Kémiai Tanszékre cserélte fel. Ekkor helyére *Mály Sándort* nevezték ki. Ő azonban a Pénzügyminisztériumba való felrendelése miatt csak 2 évig vezethette a tanszéket.

Utódja *Faller Károly* lett. *Faller* szakismereteinek gyarapítására négy alkalommal volt hosszabb időre külföldi tanulmányúton. Eközben igen sok tapasztalatot, ismeretet gyűjtött és ezeket közzé is tette. Legnagyobb műve „A fémkohászattan kézikönyve" c. 4 kötetes monográfia.

Ez a könyv hosszú időn keresztül volt a fémkohászok segédeszköze. Idősebb fémkohászaink még ma is haszonnal forgatják. Jó ideig ez volt az egyetlen magyar nyelvű fémkohászati munka.

Faller Károly az akkoriban még kialakulásban levő új tudományágnak, a metallográfiának igen lelkes híve volt. Sok dolgozata jelent meg ebben a tárgykörben és igen nagy érdeme, hogy nálunk először próbálta a metallográfiai módszereket a fémkohászatban lejátszódó jelenségek vizsgálatára felhasználni.

Faller Károlytól 1913-ban *dr. Széki János* vette át a tanszék vezetését. *Széki* egyetemi tanári oktatói működése mellett nagymértékű tudományos munkát is végzett. A poralakú félkoksznak darabos házi tüzelőszerré való átalakításával kapcsolatban végzett laboratóriumi kísérletei és elgondolásai Dorogon a szénlepárló üzemben kerültek megvalósításra. A recski érc gazdaságos felhasználásával majdnem 40 évig foglalkozott. Tanártársával, *dr. Romwalter Alfréddal* együtt foglalkozott a hazai vasban dús bauxitok feldolgozásának problémájával. Megírta a magyar fémkohászat fejlődésének történetét. Igen sokat kísérletezett a csucsomi aranyban dús antimonszínporral. Németországban félüzemi méretekben lefolytatott kísérletek alapján kidolgozott eljárásra szabadalmi igényt jelentett be. A Nagybánya vidékén található aranytartalmú piritszínporok feldolgozására is több szabadalmazott eljárást dolgozott ki.

A *Széki János*, majd 1952-től a vezetésem alatt álló tanszék a felszabadulás után rohamos fejlődésnek indult, megváltoztak a tanszék által oktatott tárgyak és a korszerű követelményeknek megfelelően megváltozott ezeknek a belső tartalma is. Szeretném kiemelni az először általános kohászattan és elektrokémia, azután elméleti kohászattan I. és II. című tárgyak oktatásának bevezetését. Ennek a kohászati szaktárgyakat alapozó elméleti tárgyaknak a tantervbe való beiktatását *Széki János* javaslatára a kohász tanszékek 1950-ben határozták el.

Magának a fémkohászattannak az oktatása is lényegesen megváltozott. *Széki Jánosnak* igen nagy érdeme, hogy az előadásokat mindenkor a legszigorúbb mértéket is megütő színvonalon tartotta és a felszabadulás után fokozatosan iparkodott a hazai követelményekre is messzemenő figyelemmel lenni. Ennek a törekvésnek tudható be, hogy a fémkohászattan keretében ma már a legfontosabb a timföldgyártásnak és alumíniumkohászatnak az oktatása és az oktatásban még azok a fémek játszanak nagyobb szerepet, amelyeknek a kohászata nálunk Magyarországon is folyik. Átalakult az egyes fémek kohászatának a tárgyalásmódja is, mivel ma már minden fém előadása során a legkorszerűbb elméleti ismereteket adjuk elő és természetesen ezzel párhuzamosan a megfelelő gyakorlati tudnivalókat is közöljük.

Az első tanszéktől származott tanszékek közül még a *Fémtechnológiai*, illetőleg *Metallográfiai Tanszék* történetéről kell néhány szót szólanom. Ezt a tanszéket 1923-ban létesítették, majd 1934-ben — gazdasági okok miatt — megszüntették és csak 1943-ban állították fel újra. Először nem is volt tanszékvezetője. Az előadásokat meghívott előadói minőségben *dr. Schleicher Aladár* tartotta. A tanszék megszüntetése után az oktatás tovább folyt. Az előadásokat zömmel a Fémkohászattani Tanszék állományához tartozó *dr. Verő József* tartotta.

1943-ban *Verőt* nevezték ki a tanszék vezetőjévé és mind a mai napig ebben a beosztásban dolgozik. Nehéz körülmények között, igen nagy hozzáértéssel és tudással állította össze a legnagyobb igényeket is kielégítő előadások és gyakorlatok anyagát, alakította ki a tanszéki laboratóriumokat és fejlesztette a tanszéket. Évről évre átalakított és újat is mondó előadásai élményt jelentenek a hallgatók részére. Kitűnő szak- és tankönyveket írt, és tanszékén magas szintű tudományos munka folyik. Érdemei elismeréséül az MTA tagjává választották és kétszer tüntették ki Kossuth-díjjal.

Ezzel igen szűkre szabott előadásom végére értem. Befejezésül még azt szeretném hangsúlyozni, hogy a rendelkezésemre álló idő alatt teljességre nem törekedhettem. Célom csak szemelvények adása lehetett. Talán ezekből is kitűnik az, hogy az első tanszék és a belőle származott kohász tanszékek mindenkor iparkodtak feladatukat a kor színvonalának megfelelően ellátni, iparkodtak a szaktudományokat fejleszteni, törekedtek arra, hogy hallgatóikat elmélyült elméleti és gyakorlati ismeretekkel ruházzák fel. Ez a nagy tehetségeknek jobban, a kevésbé tehetségeseknek kevésbé sikerült. Az azonban bizonyos, hogy munkájuk az emberi haladás ügyét szolgálta. És ha ezt állapíthatjuk meg a régebbi időkről, méginkább tehetjük ezt a felszabadulás utániról. A szocializmus építése parancsolóan követeli meg a szakemberképzés és a kutatómunka szervezettebbé, célszerűbbé és eredményesebbé tételét. Ennek következtében tanszékeink a felszabadulás óta eltelt időben már eddig is óriási mértékben fejlődtek, korszerűsítették mind az elméleti, mind a gyakorlati oktatást, jelentős eredményeket értek el a tudományos és ipari kutató munkában, és mindez alapja és biztosítéka a további, a szocializmus ügyét szolgáló fejlődésnek.

Helytelen — **Helyes**

A zónás olvasztással *történő tisztítási eljárást* sok fémnél eredményesen alkalmazzák. — A zónás olvasztást sok fém **tisztítására eredményesen használják.** (A második mondat sokkal egyszerűbb.)

A nehézkes előállítás, a robbanás *veszélyesség* stb. miatt az eljárás *gyakorlati alkalmazására* mindezideig nem került sor. — A nehézkes előállítás, a robbanás **veszély** stb. miatt az eljárás **bevezetésére** mindezideig nem került sor. (A gyakorlati szó felesleges, hiszen más bevezetésről nem lehet szó. Az alkalmazás helyett jobb egy új eljárásról, annak be vagy be nem vezetéséről írni. Nem a robbanás veszélyességétől félünk, hanem elsősorban attól, hogy robbanás veszélye áll fenn.)

Az EF 4 típusú elektronoptikai berendezés (Jena)*

FICKLER, W. és SCHMIDT, K. H., VEB Carl Zeiss Jena

DK 621.385.833; 620.18: 001.4

Fejlődési irány

Az utóbbi években az elektronoptikai módszerek a fizikai-műszaki vizsgálatokban nagy jelentőségre tettek szert. Az elektronmikroszkópia segítségével például láthatóvá tehetjük a NaCl kristály atomos rétegeit [1], vagy más kristályok hálósíkjai közötti távolságot közvetlenül láthatjuk. Az elektronelhajlás felhasználásával tisztázhatók többek között fontos korróziós problémák. A röntgenelemzés újszerű eljárásai új lehetőségeket nyitnak a fémkohászat előtt a próbák mikroszerkezetének vizsgálatában.

A legismertebb ilyen készülék az átvilágító elektronmikroszkóp. Feloldóképessége — állandó tökéletesítése révén — ma már csaknem eléri az elméleti határt. Ugyanilyen mértékben nőtt a feloldóképesség kihasználására irányuló törekvés is. Számos, főként fizikai-műszaki jellegű probléma van azonban, amelyekhez nincs szükség a legnagyobb felbontásra. Ezért a nagyteljesítményű elektronmikroszkópok mellett (feloldóképesség <1 nm) kialakult a standard készülékek (feloldóképesség 1—3 nm) és a kis elektronmikroszkópok (feloldóképesség $>$ 3 nm) csoportja is, amelyek éppúgy értékes adatokat szolgáltattak és szolgáltatnak a tudomány gazdagítására, mint a nagy készülékek. Ez ideig a tárgy bizonyos rögzített állapotának vizsgálata volt fontos, az utóbbi időkben viszont a műszaki felhasználók egyre inkább azt kívánják, hogy a tárgy változásai elektronmikroszkópos megfigyelés közben mérhetők legyenek [2]. A készülékben a tárgyat pl. hevíteni, nyújtani, gőzölni, ionokkal kezelni, vagy maratni kell. Az elektronmikroszkóp ezáltal minőségi megfigyelésekre szolgáló műszerből mikrolaboratóriummá alakul, amely a tárgyon, vagy a tárgyban lejátszódó folyamatok mennyiségi követésére alkalmas; ezt ilyen feladatok megoldásáról szóló számos közlemény bizonyítja (részben a kereskedelmi forgalomban kapható elektronmikroszkópokhoz házilag hozzáépített kiegészítések felhasználásával).

A fejlődés ezért szükségszerűen arra tart, hogy orvosi-biológiai célra olyan elektronmikroszkópot gyártsanak, amelyben célszerű, ha a tárgy lehetőleg keveset változhat fizikai-műszaki célokra viszont olyan készüléket készítsenek, amely a kísérleti viszonyok változtatására tág lehetőséget biztosít. Az utóbbi típushoz tartozik az eddig még alig hasznosított reflexiós leképzésű, valamint az emissziós mikroszkóp; felhasználásuk lehetőségei még nem tekinthetők át.

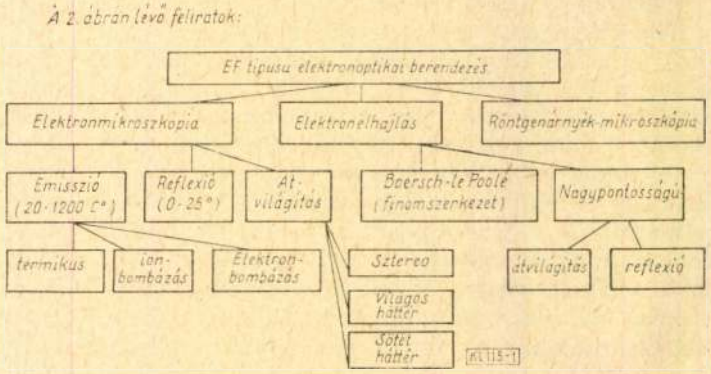
A kereskedelmi forgalomban levő, elektronelhajlás alapján működő berendezések már régóta lehetőséget adnak a kísérleti feltételek változtatására. A tárgy kristályrácsszerkezetének vizsgálatától egyenes út visz a rács olyan változásának észleléséhez, amely pl. valamely ötvözet hőkezelése során lép fel. Mivel az elektronok a tárgyba csak kis mélységig hatolnak be, ezért az elektronelhajlás különösen a felületi hatások vizsgálatára alkalmas.

A röntgenprojekciós mikroszkópia és a röntgenemissziós mikroelemzés új eljárásának alapja az, hogy a fókuszba gyűjtött elektronsugár energiája röntgensugárzássá alakul át.

Ez a sokat ígérő elemző eljárás, továbbá a kristályokon és metallográfiai tárgyakon végzett elektronmikroszkópos és elektronelhajlásos vizsgálatok utóbbi időben erősen növekedő száma és az az általános törekvés, hogy a megfigyelő műszerekből mérőműszereket fejlesszenek ki, győzött meg bennünket arról, hogy egy elsősorban fizikai-műszaki vizsgálatok céljára szolgáló *elektronoptikai berendezést* alakítsunk ki [3]. Ennek a készüléktípusnak a kifejlesztésében dr. *Bethge* professzor (Halle) és munkatársai tapasztalataira támaszkodhattunk [4], [5].

Az EF típusú elektronoptikai berendezéssel szemben támasztott követelmények

Minden olyan készüléknek, amely az előbb vázolt munkafolyamatok elvégzésére alkalmas, következő részeket kell tartalmaznia: vákuumberendezés az oszlop evakuálásához, nagyfeszültségű generátor és sugárforrás[1] az elektronsugárzás előállításához, lencsék és ezek táplálására szolgáló elektromos egységek a tárgy leképzéséhez, illetve az elektronsugár fókuszba gyűjtéséhez. Célszerű ezeket az egységeket egyetlen alapkészülékben egyesíteni, amely csekély hozzá-, illetve átépítéssel az említett munkafolyamatokra használható. Az előirányzott használati lehetőségeket az *1. ábra* foglalja össze. A sugárforrás feszültsége 35—50—65 kV. A különböző sugárutak létrehozásához három mágneses lencse szükséges.



1. ábra. Felhasználási területek

*Széles körben, különösen a szilárd testek vizsgálatára használható készülék.

Fordította *Gegus Ernő*

[1] elektronágyú — a fordító

Legáltalánosabb használatra az átvilágító elektronmikroszkópiát irányoztuk elő, világos- és sötétházterű sztereoszkópos leképezéssel. A tárggyal végzett műveletek megoldásához a tárgyat jól hozzáférhetően kell elhelyezni. Ebből a célból a tárgylencsét magasan kell beépíteni ; bár így a tárgylencse helyzete nem felel meg a feloldóképesség szempontjából a legkedvezőbb feltételeknek, a fenti célokra azonban megfelelő rúd-tárgyzsilippel összekapcsolva a legjobban használható.

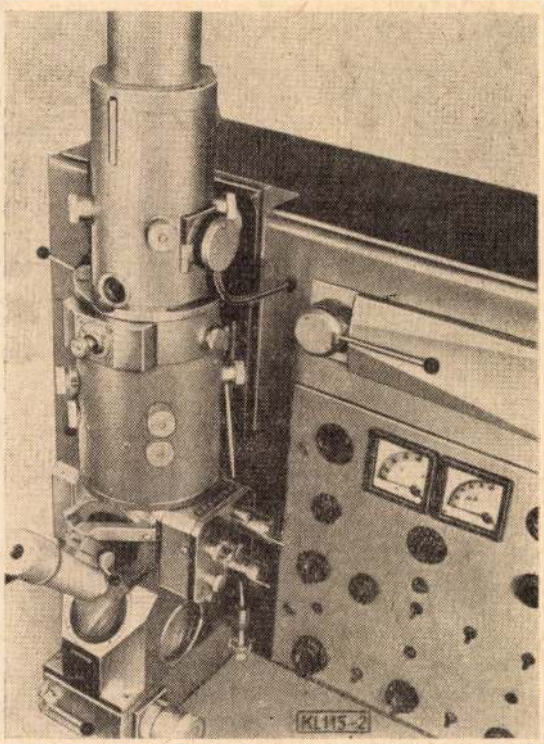
A szervetlen minták elektronmikroszkópos vizsgálatához a 3 nm gyakorlati feloldóképességet általában megfelelőnek tartják. Átvilágító leképzéskor 1000 : 1 és 40 000 : 1 közötti nagyítást kívánnak meg.

A hagyományos átvilágító mikroszkópia tapasztalatai alapján a reflexiós leképzéshez aránylag nagy beeső szög (közel 20°) szükséges. A megvilágító sugár ehhez szükséges közel 30°-os döntését mechanikus beavatkozás nélkül úgy kell megoldani, hogy az elektronoptikai nagyítás a vetítő pólussaru eltávolítása után 1000 : 1 legyen. A sugárút és az objektív-rendszer emissziós berendezésre való kicserélésével tegye lehetővé — minden további nélkül — az emissziós mikroszkópiára való áttérést. Az egyszerű módon előállítható tárcsaalakú tárgyak megkönnyítik az előkészítést. Az elektronokat termikusan, vagy ion-, illetve elektronbombázással váltjuk ki a tárgyból. Az első mód a szemcsehatárokat tárja fel, az utóbbi kettő viszont inkább a felszíni alakulatokról ad képet.

Az elektronmikroszkópos leképzésen kívül az elektronoptikai berendezés egyenértékű munkamódszere a nagy kiértékelési pontosságú elektronelhajlásos módszer. A tárgyat erre a célra a lencserendszer és a fényképező berendezés között elhelyezett másik tárgykamrába kell áttenni. A készülék által nyújtott elhajlási feloldóképesség még alatta marad a tárgy által meghatározott lehetőségnek. Az átvilágító és a reflexiós mikroszkópia, valamint az átvilágító és reflexiós elektronelhajlásos eljárás tárgytartói azonosak, azonkívül a leképzésről a nagy pontosságú elhajlásos eljárásra a készülék átszerelése nélkül át lehet térni, így a fenti munkákat ugyanazon a tárgyon közvetlenül egymás után elvégezhetjük. Nagyobb tömegű tárgyak, különösen egykristályok elektronelhajlásos vizsgálatához még külön nagy beállító pontosságú manipulátort kell felszerelni. Egyéb kiegészítő egységekhez a rendelkezésre álló szabad karmantyú (csatlakozások) és ablakok használhatók.

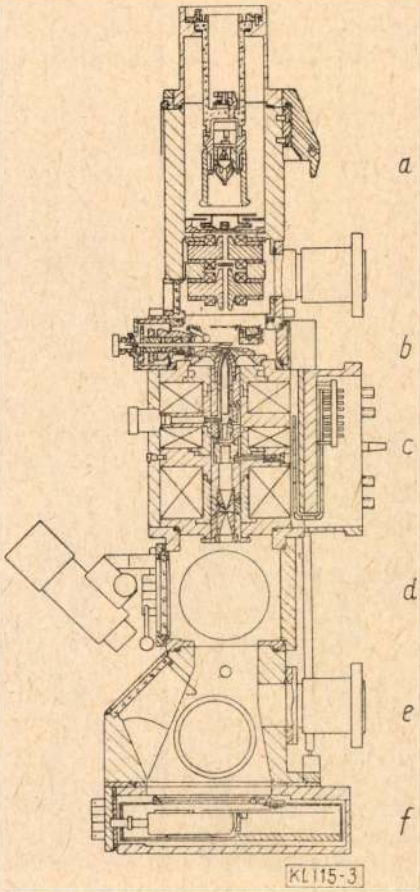
Az EF típusú elektronoptikai berendezés szerkezete

Az EF típusú berendezés 4-es kiviteli alakja a szilárd csőállványon elhelyezett (*2. ábra)* vezérlő asztalból, az oszlopos készülékből *(3. ábra)*, az elektromos szekrényből és az elővákuumszivattyúból áll. A kiszolgálóasztalban találhatók : a vákuumberendezés, valamint a készülék üzeméhez szükséges elektromos szabályozó és beállító egységek, a vezérlő asztalhoz van rögzítve a legnagyobb súlyt jelentő központi rész, a lencserendszer. Az oszlop többi része erre helyezkedik, vagy ennek az aljára van csavarokkal felfüggesztve.



2. ábra. A vezérlőasztal részlete

A nagy gyújtótávolságú elektronforrás maximális sugárintenzitása 5.10^4 A/cm^2. Az anódtárcsa és a sugárrekesz központja állítható. A sugárrekesz



3. ábra. Az oszlop metszete

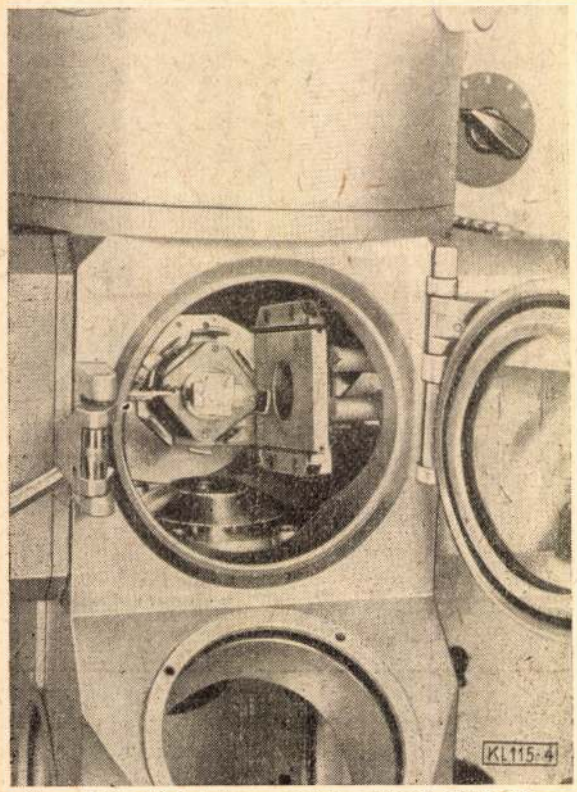
a = sugárforrás, *b* = tárgyzsilip, *c* = lencsetubus, *d* = elhajlási tubus, *e* = betekintő tubus, *f* = lemezkamra

három különböző furata segítségével a megvilágítás aperturája 2.10^{-4} és 10^{-3} között változtatható. Az elektronsugár finom beállításához (jusztirozásához) kombinált elektromos-mágneses eltérítő rendszer szolgál, ez végzi egyúttal a sugár eltérítését a reflexiós leképzéskor. A tárgy besugárzott felületének átmérője 0,3 mm. Ez a felület külön előtét-tárgyrekesz segítségével 60 μm-re szűkíthető. A tárgyat az ismert rúd-zsilip rendszerrel helyezzük el: az egy, vagy két tárgyat tartó, 6 mm átmérőjű rudat tömítőgyűrűn dugjuk át, majd megnyitjuk az oszlop belsejébe vezető utat. Tárgycsere alkalmával a nagyvákuum 2—3 másodperc alatt újból elérhető. A rudat 10' leolvasási pontossággal $\pm 10°$-ra elforgathatjuk, így kényelmes és megbízható, pontosan ismert szögállású sztereoszkópos beállítási lehetőség áll rendelkezésünkre. A tárgytartórúd további előnye a tárgy változtatása szempontjából, hogy a tárgy és a külvilág közötti kapcsolat rendkívül kedvező. A zsilipen kivehető ablakok találhatók, ezekbe kiegészítő berendezések illeszthetők, pl. a próba gőzölésére, kisütésére stb.

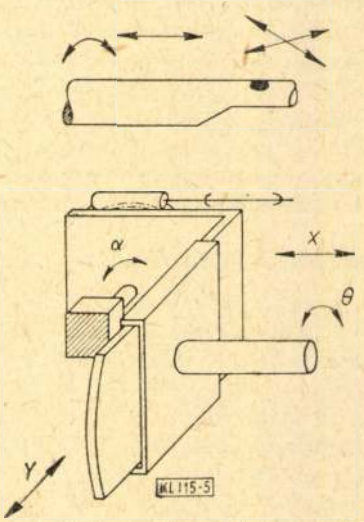
A lencserendszer a 3,5 mm gyújtótávolságú tárgylencséből, a nagyítás változtatására alkalmas változtatható gyújtótávolságú közbülső lencséből és az 1,3 mm gyújtótávolságú vetítőlencséből áll. A tárgylencse és a vetítőlencse egymagában 16 000 : 1 nagyítást hoz létre. A közbülső lencse egyrészt a maximális nagyítást csökkenti 1000 : 1 és 10 000 : 1 határok között változtathatóan, másrészt a Boersche-le Poole és Lebegyev-féle elhajló sugárút létrehozására szolgál. A beállítás tetszés szerint, szabványos fokozatokban, vagy folyamatosan végezhető. Más geometriájú közbülső lencse segítségével a nagyítás 40 000 : 1-ig növelhető. A reflexiós leképzéshez a vetítőlencse pólussaruját el kell távolítani. Ekkor a nagyítás 200 : 1 és 1200 : 1 között változtatható, ez a tartomány a tárgyalt leképzési módhoz megfelelő. A lencserendszerben beállítható és kihúzható kontraszt-rekesz van, három furattal, ezek közül az egyik 30, a másik 50 μm átmérőjű, a harmadik 60 és 200 μm között változtatható átmérőjű. A változtatható rekesz 2 μm átmérőre szűkíti a Boersche-le Poole-féle elhajlásos leképzéskor a vizsgált elhajlási tárgyfelületet. Ez a rekesz a nagy pontosságú elhajlásos módszerben egyúttal a megvilágító sugár apertúra-fényrekeszéül szolgál. Ennek az eljárásnak a során a tárgylencsével és a közbülső lencsével a sugárrekesz kicsinyített képét hozzuk létre. 260 mm-es kamrahosszon (az elhajlási tárgy és a lemez közötti távolság) a fényképező lemezre leképezett sugárzási folt minimális átmérője kb. 10 μm, a tárgyra összpontosított (fókuszba gyűjtött) sugárzással kb. 2 μm átmérőjű terület világítható meg.

A lencserendszer alatt helyezkedik el az elhajlási tubus *(4. ábra)*, amelybe a nagy pontosságú elhajlásos eljáráskor a tárgyat tesszük. A kocka-alakú tubuson azonos méretű, 110 mm átmérőjű nyílások vannak. Elülső részén a megfelelő nagyságú ajtó nyílik, melynek pillanatzárján keresztül gyorsan és kényelmesen cserélhetők a tárgyak. Bal oldalt a tárgyzsilippel azonos elven működő rúd-zsilip helyezkedik el, jobb oldalt pedig a reflexiós tárgyak pontos beállítására szolgáló manipulátor.

A bal oldali rúd-zsilippel a tárgy —20 és +70° között dönthető és két helyzetbe tolható el. A jobb oldalt rögzített manipulátor elülső részén goniométerfej található. A fejen pl. a vizsgált nagy kristály a készülékbe helyezés előtt mikroszkóp segítségével ráeső fényben előzetesen központosítható. Tükröző tárgyak egyszerű eljárással állíthatók a középpontba [5]. A manipulátor segítségével a tárggyal nagy vákuumban a következő mozgások végezhetők *(5. ábra)*: két egymásra



4. ábra. Elhajlási tubus, nyitott ajtóval. Látható a goniométerfej, reflexiós elhajlási vizsgálatra befogott tárgygyal



5. ábra. Az elhajlási vizsgálatra befogott tárgy mozgatási lehetőségei a rúdon (fent) és a goniométerfejen (vonalkázva)

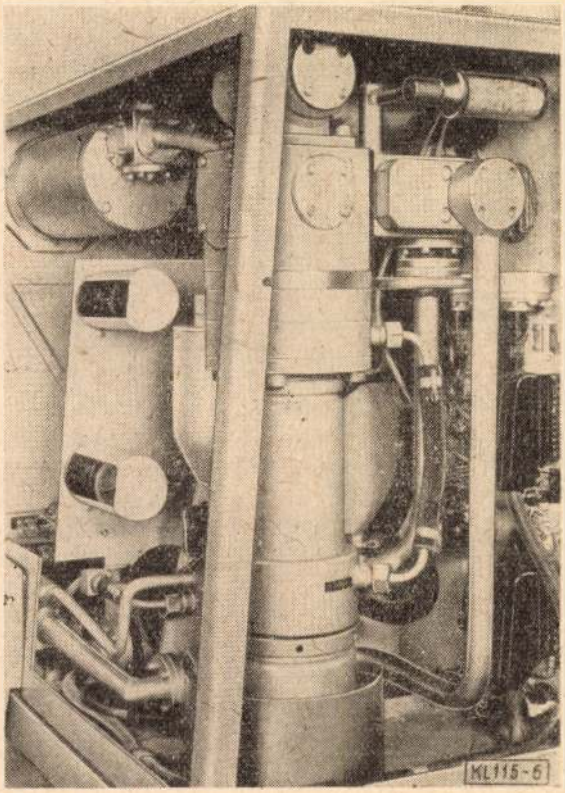
merőleges 6 mm-es transzláció az elektronsugárra merőlegesen $\pm 0{,}01$ mm pontossággal, $\pm 10°$-os reflexió-szög döntés, és 360°-os azimutális elforgatás 1 szögpercnél nagyobb pontossággal. A kristály 6 mm-es gyorskihuzattal eltávolítható, és helyébe betolható a hitelesítő tárggyal felszerelt tárgytartó-rúd. Az elülső ajtón levő nagy ablakon át pl. nagy tárgytávolságú fénymikroszkóp segítségével megfigyelhető az elhajlásos vizsgálat tárgya.

Az elhajlási vizsgálat tárgya alatt található a kamrahossz pontos meghatározására szolgáló hitelesítő rekesz [6]. Az elhajlási kamrában, éppúgy mint a tárgytérben, elegendő hely van arra, hogy kiegészítő berendezéseket helyezhessünk el.

A fényképező berendezés betekintő tubusán három ablak van, ezek közül kettő oldalt függőlegesen helyezkedik el. Az elülső ferde ablakon keresztül a megfigyelő személy a felcsapott képernyőt nagy fényerejű segédmikroszkóppal szemlélheti. Ez a mikroszkóp bármely képernyő-álláshoz beállítható, úgyhogy az elektronelhajlás észlelésekor pl. egyes reflexekre is ráállítható [7]. A belülről vezetőréteggel begőzölt oldalablak leszerelhető és adott esetben kiegészítő regisztráló berendezéssel (Faraday-kalitka, vagy elektronsokszorozó) cserélhető ki. A képernyő alatt kihuzatos retesz található, amely csak a képernyő 60°-nál nagyobb felhajtása után nyílik és teszi szabaddá a fényképező emulziót a megvilágításhoz. A fényképezéshez $6{,}5 \times 9$ cm-es lemezeket használunk. A megvilágított kép mérete üzemkész állapotban rövid idő alatt változtatható $6{,}5 \times 9$ cm-től (lemezenként 1 felvétel) $6{,}5 \times 1$ cm-ig (lemezenként 9 felvétel). A képméret beállítására szolgáló szerkezet 1, 4, 5, 9, valamint 8 cm-nél (excentrikusan behelyezett lemez) bekattan.

Az utóbbi lemezbeállítás a reflexiós elhajláshoz szolgál. A primérsugár ekkor a lemez széle közelében éri a fényképlemezt és 1 cm széles sáv marad szabadon a hitelesítő felvételhez. A képméret beállítására szolgáló bekattanó szerkezettel összeköttetésben van a koaxiálisan beépített lemeztovábbító szerkezet. A 6 db lemezt tartó tár egyszeri betöltésével 54 db csökkentett képméretű felvétel készíthető. Az 1 cm széles sávfelvételek mindenekelőtt a tárgyon lejátszódó folyamatok rögzítése szempontjából fontosak. Mind a 6 db lemez megvilágítása után az oszlopba levegőt kell engedni. A fényképező berendezésen ugyanolyan pillanatzár van, mint az elhajlási tubus ajtaján. Újabb előre megszárított lemezek betöltése után a készülék 4 perces leszivatási idő elteltével ismét üzemkész.

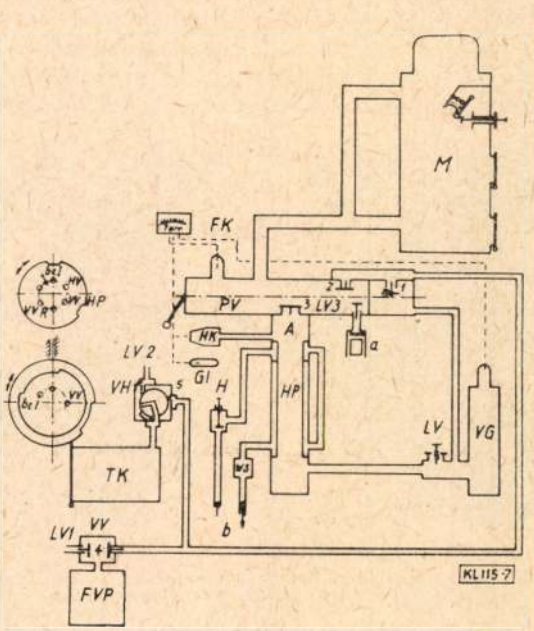
A vákuumberendezés *(6. és 7. ábra)* fontos elemeket tartalmaz, mégpedig a HVPO 120 típusú olajdiffúziós szivattyút és a PV típusú programszelepet. Az oszlop elszívó vezetékei a lehető legrövidebbek és a lehető legnagyobb átmérőjűek. A mágneses szeleppel ellátott elővákuumszivattyú a készüléktől néhány méter távolságban állítható fel és a kiszolgáló asztalról vezérelhető. A vezérlő asztal jobb felső mezejében van elhelyezve a szárítókamra, amelyet szintén az elővákuumszivattyú légtelenít. Automatikus retesz akadályozza meg a hibás működtetést. A szabályozó és beállító



6. ábra. A vákuumberendezés képe a nyitott vezérlőasztalban (oldal- és hátlap levéve)

elemek a vezérlő asztalon úgy vannak elrendezve, hogy a készülék sötétben is fáradság nélkül kezelhető.

A villamos szekrény alsó részében helyezkedik el az 50 Hz frekvenciájú nagyfeszültségű generátor. A generátorban elektronikus szabályozó tartja fenn az állandó feszültséget 1.10^{-4}-nél kisebb ingadozással. A nagyfeszültség a készülék kikapcsolása után is fennmarad a generátorban, a nagyfeszültségű kapcsoló a generátort csupán a sugár-



7. ábra. Termisztor felületéről készült lenyomat sztereoszkópos képpárja

forrásról kapcsolja le. Ilyen módon a készülékben egyszeri felmelegedési idő után a feszültség hosszú ideig állandó marad, ami a hosszú regisztráló- és megvilágítás-idejű röntgen eljárások miatt szükséges. A nagyfeszültségű generátor belső ellenállása rendkívül kicsi, 30 kohm-nál kisebb. Az emissziós mikroszkópiában előforduló esetleges nagy terhelés-ingadozások ennek folytán nem jelentkeznek káros feszültségingadozásként.

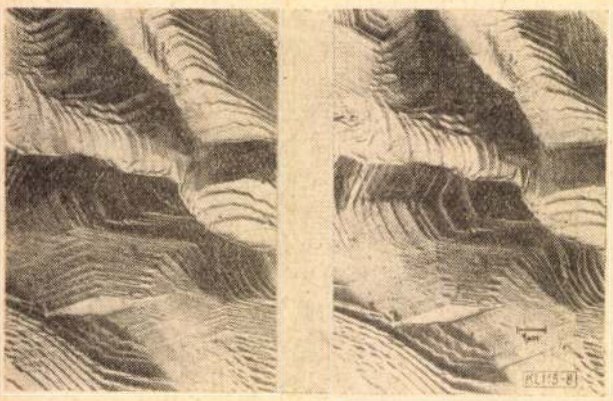
A villamos szekrény tartalmaz továbbá egy 500 V-os feszültség-stabilizátort ($\Delta U/U = 10^{-4}$) a lencsék áramellátásához. A tárgylencse és a közbülső lencse részére a szekrényben áramstabilizátorok vannak elhelyezve, amelyek $\Delta I/I \leq 5{,}50^{-5}$ áramstabilitást biztosítanak ; a szekrény ezenkívül különféle vezérlő és áramellátó elemeket tartalmaz. A hálózati ingadozásokat automatikus szabályozó $\pm 1\%$-ra egyenlíti ki. Az egész berendezés valamennyi villamos csoportját dugaszolós kábel köti össze egymással, ez megkönnyíti a szerelést és a karbantartást.

Kidolgozás alatt állnak a következő célokra szolgáló kiegészítő egységek : a tárgy felhevítésére 1000 C°-ig, a tárgy gőzöléséhez nagyvákuum alatt álló oszlopban, ionbecsapódással végzett maratáshoz, az átvilágított tárgy nyújtásához, továbbá a reflexiós leképzéskor és a reflexiós elhajlásos vizsgálatkor a feltöltődés meggátlására szolgáló tartozék (töltéskisütő).

Az emissziós berendezés ugyancsak előkészítés alatt levő kivitele többek között fűtő-elektronsugárforrást is tartalmaz, amellyel az emissziós tárgyakat 2000 C°-ra lehet felhevíteni. A tárgy gőzöléssel, pl. báriumoxiddal vonható be. A szekundér emisszió kiváltásához ionsugárforrás (25—35 kV tápfeszültség), valamint elektronsugárforrás (20 kV gyorsítófeszültség) van beépítve.

A készülék használata

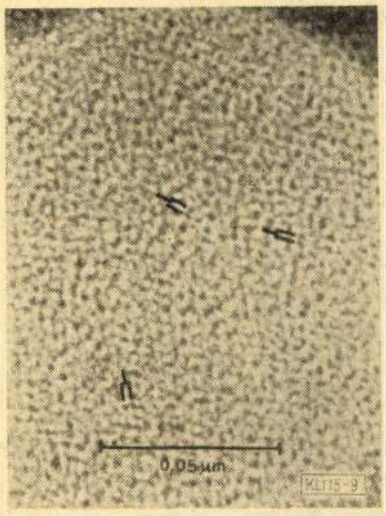
A sokféle használati lehetőség közül az alábbiakban néhány példát közlünk. A *8. ábrán* termisztor felületéről készült levonat sztereo-felvétele látható. Ez a felületi forma az anyag hőkezelése útján állt elő. Sztereo-kiértékelő készülék segítségével a döntési szög ismeretében a sztereoképpár alapján megrajzolható a domborzati profil. Csak a pontos sztereo-szög beállítása és leolvasása teremti meg a lehetőséget a mennyiségi kiértékeléshez szükséges feltételezések kialakítására [8]. Hasonló módon készíthetők sztereo-felvételek a tárgyakról reflexiós leképzéssel is.



8. ábra. A vákuumberendezés vázlata

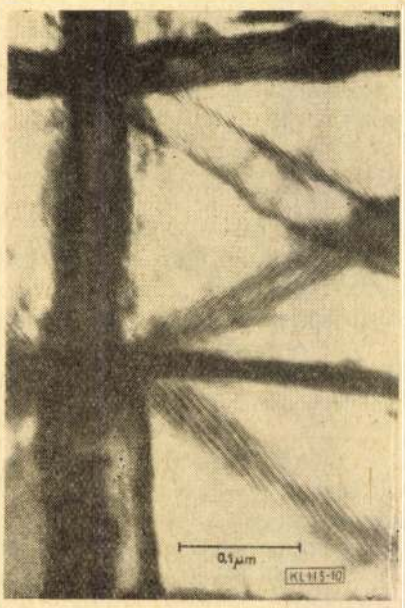
A = olajleválasztó, *FK* = finomvákuum-mérőfej, *FVP* = finomvákuum-szivattyú, *Gl* = Glimm-oszlop, *PV* = programszelep, *TK* = szárítókamra, *VG* = elővákuum-tartály, *VH* = elővákuum-csap, *VV* = elővákuumszivattyú szelepe, *HK* = nagyvákuum-mérőfej, *LV* = levegő-szelep, *HP* = főszivattyú, *M* = mikroszkóp-oszlop, *a* = porfogó szűrő, szilikagél, *b* = hűtővíz

A lenyomatos technikához elegendő, ha a készülék által nyújtott feloldóképesség 3 nm.



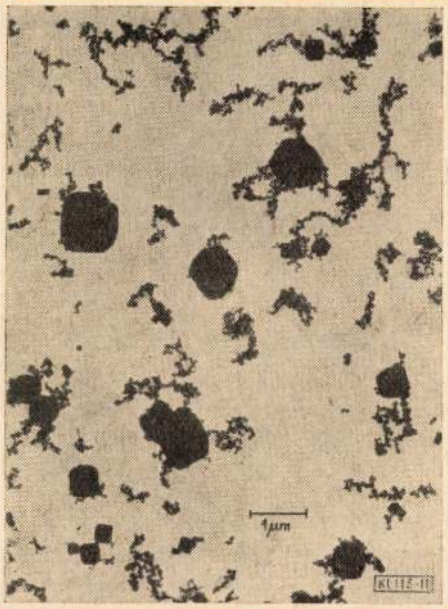
9. ábra. Feloldóképesség vizsgáló

A *9. ábrán* gőzöléssel felvitt platinaréteg nagy nagyítású felvétele látható. 2 nm-es ponttávolság ilyen módon még elválasztható ezen a képen, valamint ugyanerről a tárgyrészről készült másik felvételen is (lásd az ábrán a nyilakat). A rácsszerkezetbe kerülő úton bepillantást nyerhetünk megfelelően egymásra helyezett kristályok segítségével *(10. ábra)*.

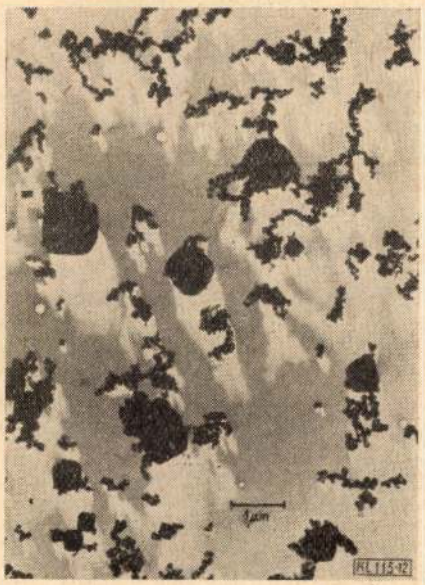


10. ábra. Egymásra helyezett MoO_3 kristályok szövete

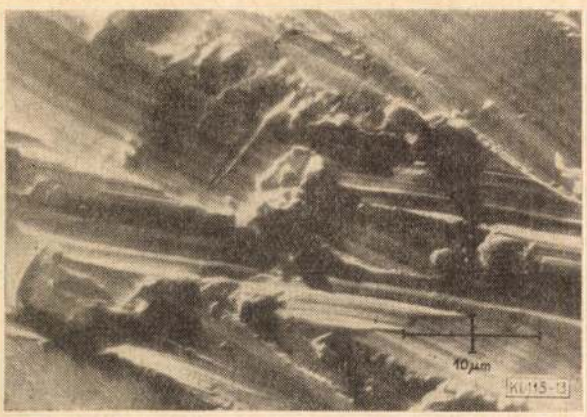
A tárggyal végzett manipulációk szemléltetésére egy MgO-füst készítményt az első elektronmikroszkópos felvétel *(11. ábra)* után a tárgytérben gőzölés útján tóriummal vontunk be *(12.*



11. ábra. Magnéziumoxid-füst elektronmikroszkópos képe



12. ábra. Magnéziumoxid-füst, a készülék tárgytartójában végzett tóriumos gőzölés után



13. ábra. Csiszolással megmunkált rézfelület reflexiós képe, a besugárzási szög 16°-os

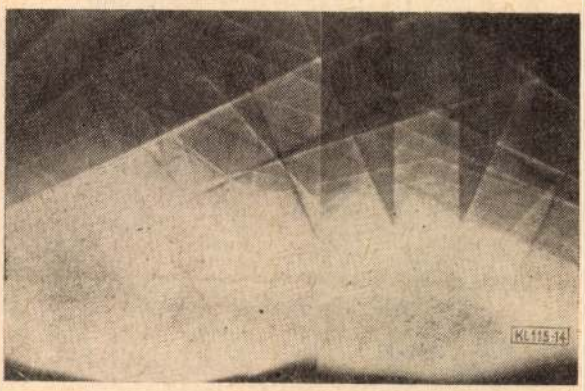
ábra). A tárgy eközben állandóan nagy vákuumban maradt; oxigénérzékeny anyagok vizsgálatakor ez fontos körülmény. A felgőzölést a gőzölő sugár és a tárgy közötti szög kis megváltoztatásával, három fokozatban hajtottuk végre (lásd az árnyékban észlelhető fokozatokat).

A tárgytérben és az elhajlási tubusban több tárgymanipuláció kombinálható egymással. Így pl. az elhajlási tubusban vizsgálható hevített egykristályfelület az epitaxia tanulmányozására, vagy a reflexiós eljárással leképezett felületen maratás végezhető a beálló változások állandó megfigyelése közben.

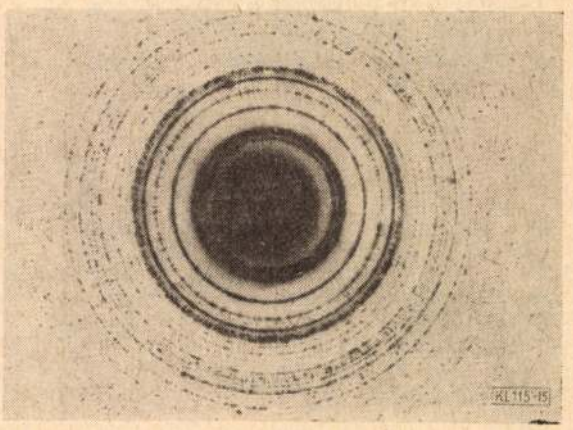
Az átvilágító leképzésről a reflexiós leképezésre a készülék néhány perc alatt átállítható. A reflexiós tárgyhoz szükséges különleges tárgy-rúd 2—3 másodperc alatt zsilipelhető. A *13.* ábrán csiszolással megmunkált rézfelület látható. A két csiszolónyom kereszteződési helyén az anyag elkenődése észlelhető. A megengedhető nagyságú 20°-os besugárzási szög a perspektivikus torzítást még elfogadható mértékben tartja. Nagy, kevéssé zavart egykristályok elhajlási vizsgálata révén Kikuchi-diagramot kapunk. Rögzített tükrözési szög mellett forgatva a kristályt, a sávrendszer végighalad a képernyőn. A *14. ábrán* NaCl egykristály diagramjából két szomszédos részt két fényképező lemezre vettünk fel és összeillesztettük.

Teljesen más képet ad az az elhajlási diagram, amely nagyszámú kis ZnO kristály átvilágításakor keletkezik *(15. ábra).*

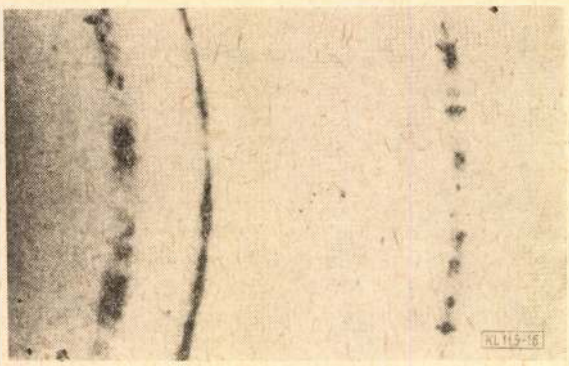
A nagy feloldóképesség kihasználása révén a



14. ábra. NaCl Kikuchi-diagramja



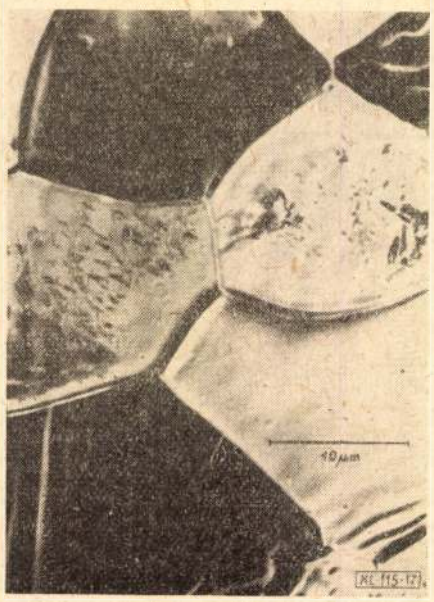
15. ábra. ZnO Debye-Scherrer diagramja



16. ábra. MgO Debye—Scherrer diagramjának részlete, 11-szeres, az eredeti 22-szeres nagyítás

gyűrűkben elrendezett elhajlási reflexiók segítségével (Debye-Scherrer-diagramok) finomszerkezetek vizsgálhatók *(16. ábra)*. Az eredeti felvételen az interferencia révén keletkezett két reflexiós finomszerkezetrészlet között 20 μm távolság még mérhető.

Az emissziós mikroszkópiában — ellentétben az átvilágító és a reflexiós leképzéssel — a leképzendő elektronokat a tárgy felületéből váltjuk ki. Ha az emissziós berendezésben wolframlemezt annyira felhevítünk, hogy emittáljon, akkor pl. a *17. ábrához* jutunk. Az egyes kristályszemcsék különböző világosak lesznek, attól függően, hogy



17. ábra. Wolframfelület emissziós képe

az elektronkilépési munka hogyan változik a felületen. Átkristályosodás, adszorpciós és egyéb folyamatok vizsgálhatók ezzel a módszerrel [9]. Minden nehézség nélkül folytathatnánk azoknak a felhasználási lehetőségeknek a sorát, amelyekben a készülék jó hatásfokkal sikeresen üzemben tartható. Ezekről további közleményekben fogunk beszámolni és hasznosításukra, mint eddig is, készülékünk használóinak biztosítunk mindenek előtt lehetőséget.

A készülék jellemző adatai

A sugárforrás feszültsége : 35—50—65 kV.
A sugárforrás áramerőssége : 0—100 μA.
Átvilágítható tárgyak leképzése : 1000 : 1—16 000 : 1 és 4000 : 1—40 000 : 1 nagyítással.
Garantált felbontóképesség : $\delta = 3$ nm.
Gyakorlatban elért felbontás : $\delta = 2$ nm.
Reflexiós leképezés : 200 : 1—1200 : 1 nagyítással.
Felbontóképesség a Cowley—Riecke-féle nagy pontosságú elhajlásos eljárással: A = 1400, 50kV-ra.
Kamrahossz a nagy pontosságú elhajlásos módszerrel : $L = 260$ mm.
Kamrahossz a Boersch-le Poole-féle elhajlásos módszerrel : $L = 544$ mm.

Előkészületben:

Emissziós leképezés : 4000 : 1 nagyítással.
Feloldóképesség : $\delta = 2$ nm.
Kiegészítő tartozékok a hevítéshez, gőzöléshez, maratáshoz és kisütéshez.
Szivattyúzási idők : tárgyzsilip 2—3 s; oszlop evakuálása a levegő beengedése után 3—4 perc.
Fényképfelvételek : 6 db 6,5×9-es lemez ; választható alak : 6,5×9, 6,5×4 és 6,5×1 cm^2.

IRODALOM

[1] *Keller, K. W.—Schmidt, V.:* Jenaer Rundschau 7 (1962) 58.
[2] Proceedings of the European Regional Conference on Electron Microscopy, Delft 1960.
[3] *Guyenot, E.—Fickler, W.:* Előadás a drezdai elektronmikroszkópiai konferencián, 1962. febr (megjelenés alatt).
[4] *Bethge, H.:* Optik 16 (1959) 35.
[5] *Bethge, H.—Brauer, K. H.:* Optik 16 (1959) 43.
[6] *Schmidt, K. H.:* Exp. Techn. Phys. 10 (1962) 262.
[7] *Nestler, C. G.* szóbeli közlése (Karl-Marx-Stadt).
[8] *Bogen, K.—Helmcke, J. H.—Weimann, G.:* 4. Nemzetközi Elektronmikroszkópiai Kongresszus, Berlin, Springer 1960, 149. old.
[9] *Guyenot, E.—Soa, E.—A.:* Előadás a II. Csehszlovák Elektronikus Konferencián ; Prága, 1962. ápr.

Helytelen — **helyes**

Meg kell jegyezni, hogy a folyamat reális értékeléséhez ezeket a kísérleti adatokat fenntartással kell fogadni. — **Megjegyzem, vagy megjegyezzük**... (A meg kell jegyezni az értekezleteken elhangzó szójárás, amely a műszaki irodalomban is elharapózik. Egyszerűbb a megjegyzem, hiszen a dolgozatírót senki és semmi sem kényszeríti arra, hogy megjegyzést tegyen. Ezenkívül ebben az egy mondatban két kell van, ami stílus szempontjából sok egy kicsit.)

Olyan berendezést alakítottak ki, amely tiszta alumínium nyerésére *gyakorlatilag* is eredményesen *alkalmazható*. — Olyen berendezést alakítottak ki, amely tiszta alumínium nyerésére **üzemszerűen** is eredményesen **használható**. (A gyakorlatilag szó helyett sokkal kifejezőbb az üzemszerű megjelölés. A berendezésről helyesebb azt állítani, hogy használják, mint azt, hogy alkalmazzák.)

A salak nagy CaO-tartalma — *mint* cement alapanyag — *szükséges*. — A salak nagy CaO-tartalmára azért van szükség, **mivel** cement alapanyag. (A mivel kötőszó jobban érthetőbbé teszi a gondolatot, hogy miért szükséges a nagy CaO-tartalom.).

Újabb anyagvizsgálati eredmények és azok alkalmazási lehetőségei az alumíniumiparban*

SINAY GÁBOR
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 620.1 : 669.71

Bevezetés

A színalumínium és ötvözött alumínium félkésztermékekre vonatkozó érvényes magyar szabványokat a minősítő mérőszámok és vizsgálati módszerek szempontjából áttekintve érdekes képet nyerünk arra vonatkozóan, hogy melyek az általános használt mérőszámok és vizsgálati módszerek.

Tizennégy féle félkésztermék (lemez, tárcsa, rúd, öntvény) szabványai szerint a mérőszámokra az *1. táblázat* szerinti helyzetkép adódik :

1. táblázat

Tizennégy féle félkésztermék szabványokban foglalt mérőszámai használatának gyakorisága

Mérőszám	14 termék közül hányé vizsgálva	
	kötelezően	tájékoztatóan
Szakítószilárdság, σ_B	14	—
Folyáshatár, $\sigma_{0,2}$	5	—
Teljes nyúlás, $\delta_{5,10}$	14	—
Erichsen-szám, Er	5	—
Brinell-keménység, HB	2	11
Hajlíthatóság	4	—

A teljes nyúlást egy esetben két irányban (hengerlési és arra merőleges irányban) kell mérni.

Az idevágó külföldi alumíniumszabványoknak helyzete is lényegében hasonló.

Az előbbieket a vizsgálati módszerek szempontjából vizsgálva látható, hogy minden esetben végezni kell szakítóvizsgálatot a szakítószilárdság és a teljes nyúlás (5 esetben még a folyáshatár) meghatározására, a lemezanyagok mélyhúzhatóságát az Erichsen-számmal, szemcsedurvulását hajlítással vizsgálják, és az öntvényeknek mérik a Brinell-keménységét. Az összes anyagot eszerint két mechanikai (szakítóvizsgálat és keménységmérés) és két technológiai vizsgálat (Erichsen-mérés és hajlítás) alapján minősítik.

Amint azt az előadásban tárgyalni fogjuk, a szakítóvizsgálat valóban alkalmas az anyag minősítésére, de nem a szakítószilárdság és teljes nyúlás fizikailag nem értelmezhető mérőszámaival. A további használatos módszerekkel kapcsolatban az a helyzet, hogy a Brinell-keménység bizonytalan és gyakran rosszul értelmezett mérőszám, az Erichsen-féle mélyítési szám pedig önmagában nem alkalmas a lemezek mélyhúzhatóságának és alakíthatóságának minősítésére.

Ha az előbbieket elfogadjuk, akkor nyilvánvaló, hogy akár a mindennapi gyakorlat számára, akár a kutatómunka fokozott igényeinek kielégítésére olyan minősítési módszerekre és mérőszámokra van szükség, melyek az anyagok tényleges és a felhasználás szempontjából döntően fontos tulajdonságait reálisan jellemzik.

*Elhangzott, előadásként 1963. év május 7-én az OMBKE által rendezett Alumínium Konferencián

Az anyagvizsgálati módszerek újabb irányzatai

Az alumínium félkésztermékek minősítése szempontjából szóba jövő újabb vizsgálati módszerek lényegében három irányt követnek :

1. Régen ismert mechanikai vizsgálatok újszerű értelmezése és reális mérőszámok meghatározása.

2. Ismert fizikai mérőszámok meghatározása és azok felhasználása a gyakorlatban.

3. Újabb technológiai vizsgálatok kidolgozása, illetve a régebbiek továbbfejlesztése.

Feltétlenül meg kell még jegyeznünk azt, hogy az anyagvizsgálat elsőrendű feladataként általában a végtermék (lemez, rúd stb.) minősítését tekintik. Ez nem helyes szemlélet, miután az anyag a gyártás során igen sok gyártási fázison megy át, különböző hőhatásokat kap, alakításokat szenved és ugyanakkor az egymást követő hatások gyakran ellentétesek. A gyártási eljárásnak az anyag tényleges használhatóságát megszabó egyes változóinak hatása tehát csak akkor követhető nyomon, ha az anyagot az egyes gyártási fázisok után minősítjük, adott esetben a tuskóöntéstől a végső hőkezelésig. A gyártásközi anyagvizsgálatnak döntő jelentősége van, különösen új termékek gyártásának beállításakor. A gyártásközi minősítés reális mértékét jól bedolgozott gyártás mellett az határozza meg, hogy a gyártás módja milyen mértékben biztosítja a termék egyenletes minőségét.

A tárgyalt anyagvizsgálati módszerek

Ebben az előadásban csak olyan vizsgálati módszerekkel és mérőszámokkal foglalkozunk, amelyek a Fémipari Kutató Intézetben már gyakorlati szempontból is jól beváltak. Igen hasznos lenne azonban, ha az újabb módszereket és mérőszámokat az ipar az eddiginél erőteljesebb mértékben használná, mert ezáltal juthatnánk statisztikusan nagyszámú méréseket magukban foglaló adathalmazok birtokába.

A továbbiakban az alábbi vizsgálati módszerekkel fogunk — a rendelkezésünkre álló szűk keretek között — foglalkozni úgy, hogy az említett három fejlődési irányzatra jellemzően 2—2 módszert választunk ki. (A mechanikai vizsgálatok során a 2 példán kívül kitérünk még a Brinell-féle keménységmérés néhány kérdésére is.)

a) Szakítóvizsgálat, a reális mérőszámok meghatározásával,

b) Fárasztóvizsgálatok,
c) Brinell-keménységmérés,
d) A villamos vezetőképesség mérése,
e) A hőtágulási tényező mérése,
f) A mélyhúzhatóság vizsgálata csészehúzással,
g) Huzalok csavaróvizsgálata a fajlagos elcsavarodással.

1. Mechanikai vizsgálatok

a) *Szakítóvizsgálat*

A szakítóvizsgálattal általában a szakítószilárdságot és a teljes nyúlást határozzák meg, esetleg még a folyáshatárt. Ezek közül azonban az első kettő nem tekinthető reális mérőszámnak. A szakítószilárdság ugyanis nem az összetartozó keresztmetszet és erő hányadosa, miután a próbatest keresztmetszete a legnagyobb erő ($P_{max} = P_B$) felvételéig az egyenletes nyúlás mértékének megfelelően már lecsökkent. A teljes nyúlás nem anyagjellemző voltát talán az szemlélteti legtisztábban, hogy értéke a mérési hosszal együtt változik, tehát nyilvánvalóan nem csupán az anyag tulajdonságaitól függ. Mint mérőszám tulajdonképpen az egyenletes nyúlás és a szakadás környezetében fellépő nagy kontrakciós nyúlás valamilyen eredője.

A szakítószilárdság helyett az anyag tényleges teherbíróképességét az egyenletes nyúlás határához ($P_{max} = P_B$) tartozó σ' valódi feszültség fejezi ki, vagyis a ténylegesen összetartozó értékek hányadosa:

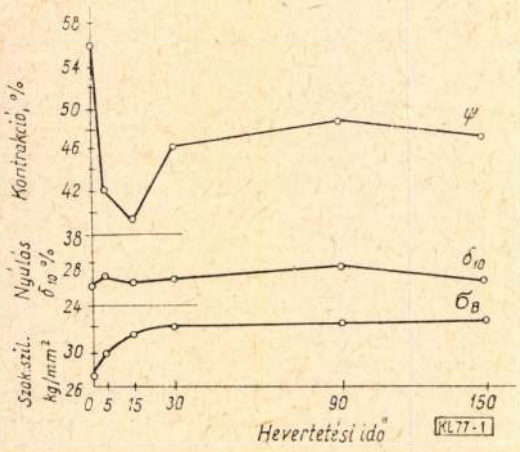
$$\sigma' = \frac{P_{max}}{F_e} = \sigma_B (1 - \delta_e),$$

ahol σ_B a szakítószilárdság és δ_e az egyenletes nyúlás.

A folyáshatár fizikailag helyes mérőszám, mivel összetartozó erő és felület hányadosa.

A teljes nyúlás helyett — miután az az egyenletes nyúlás és a kontrakciós nyúlás keveréke — az egyenletes nyúlást és a kontrakciót kell meghatározni.

A négy reális mérőszámmal (valódi feszültség, folyáshatár, egyenletes nyúlás, kontrakció)



1. ábra. Homogenizált és hirtelen hűtött AlZnMg lemez mechanikai tulajdonságainak változása a hevertetés időtartamának függvényében

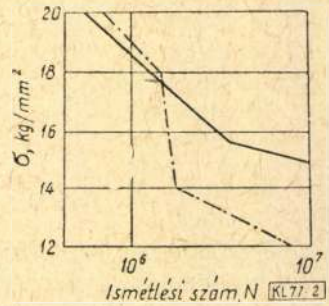
kapcsolatban utalunk a[z] és [2] irodalomra és példaként a [2] irodalomból bemutatjuk az *1. ábrát*. Az ábrán Al-Mg4-Zn2-Ti0,2 ötvözet szakítószilárdságának, teljes nyúlásának és kontrakciójának változását mutatjuk be a homogenizálás hőmérsékletéről végzett hirtelen hűtés után, a hevertetés időtartamának függvényében. Látható, hogy sem a szakítószilárdság, sem a teljes nyúlás nem érzékeli azokat a belső feszültségeket, melyek a hőkezelést követő kb. 1 hónapon belül jönnek létre és oldódnak részlegesen, és amelyeket a kontrakci[ó] határozottan jelez. Megjegyezzük, hogy három ...asonló, csak adalékaiban különböző ötvözetnek ez a három mérőszáma a hevertetési idő függvényében ugyanígy változott.

A szakítóvizsgálat objektív mérőszámainak használhatósága önmagától adódik abból, hogy a folyáshatár a maradó alakváltozás, a valódi feszültség pedig a helyi kontrakció kezdetéhez tartozó feszültség, az egyenletes nyúlás az a legnagyobb alakváltozás, melyet az anyag még helyi összehúzódás nélkül elbír, a kontrakció pedig az anyag összenyomhatóságának mérőszáma, mely az alakításból, vagy hőkezelésből eredő belső feszültségektől függ. Meghatározásuk tehát minden olyan esetben indokolt, amikor az anyag állapotát kell minősíteni, következtetni kell a további alakíthatóságra (hengerelhetőség, mélyhúzhatóság stb.), illetve az anyag teherbíróképességét kell meghatározni. Anizotrópiára hajlamos termékeknek, pl. lemezeknek a vizsgálatát két egymásra merőleges és a szögfelezőbe eső — vagyis összesen 3 — irányban kivágott próbatesteken kell végezni.

b) *Fárasztóvizsgálatok*

A közepes és nagy szilárdságú alumíniumötvözeteket elterjedten használják szerkezetek építésére. Miután a szerkezetek jelentős része (járművek, hidak stb.) váltakozó igénybevételnek van kitéve, azok mértékadó tulajdonsága a kifáradási határ. Ezt a vizsgálatot mind az alapanyaggal, mind a kötéssel ellátott anyaggal el kell végezni. A kötésmód azonos legyen a szerkezethez használt kötéssel (szegecselés, ponthegesztés, ömlesztő hegesztéssel készült tompavarrat, sarokvarrat stb.).

Váltakozó igénybevételnek kitett szerkezetek anyagainak és kötéseinek kifáradási határát meg kell határozni, attól eltekinteni nem szabad, miután — bár az ellenkezőjét többen is állítják —



2. ábra. Kétféle, azonos statikus mechanikai tuljdonságokkal rendelkező AlZnMg adag kifáradási határa

a statikus anyagjellemzőkből megfelelő biztonsággal a kifáradási határra következtetni nem lehet. Ezt bizonyítjuk például a *2. ábrával*, amelyen két, egyébként azonos mechanikai tulajdonságokkal ($\sigma_{0,2} = 20$ kg/mm², $\sigma = 39$ kg/mm², $\delta_{10} = 16\%$, $\Psi = 20\%$) rendelkező anyag Wöhler-görbéjét mutatjuk be.

A két anyag egyrészt a homogenizálás és a meleghengerlés hőmérsékletében, másrészt az alapanyag tisztaságában különbözik egymástól. Ezeket a hatásokat úgy párosítottuk, hogy a tisztább alapanyagú adagot nem az optimáli fokon hőkezeltük és hengereltük, a hulladékkal gyártott anyagot viszont a legkedvezőbb hőfokon. Ennek következtében a statikus mechanikai jellemzőkben különbség nem mutatkozik, a kifáradási határa viszont a szennyezettebb anyagnak kisebb.

A kifáradási határt tehát minden olyan félkésztermékre meg kell határozni, melyből váltakozó igénybevételnek kitett szerkezetet készítenek.

c) *Keménységmérés*

A keménységméréssel az előadásban csupán azért foglalkozunk, mivel a szabványok a Brinell-keménység meghatározását sok esetben ajánlják, illetve elő is írják.

A keménységi mérőszámnak kétségtelen előnye, hogy gyorsan és a vizsgált darab különösebb roncsolása nélkül meghatározható, ugyanakkor azonban a gyakorlatban sokszor követik el azt a hibát, hogy az anyag keménységéből annak szilárdságára, egyéb tulajdonságaira, vagy állapotára akarnak következtetni. Hogy ez mennyire helytelen, az alábbi példával bizonyítjuk.

Az ötvözött alumíniumlemezekre vonatkozóan mind a német DIN, mind a magyar MSZ szabványok több előírás között a *2. táblázatba* foglaltakat is tartalmazzák :

2. táblázat

Az MSZ szabvány alumíniumlemezre vonatkozó néhány adata

Anyag	Keménységi fokozat	Tájékoztató HB, kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	δ_{10} %
AlMg5	lágy	55	22	9	15
AlMgMn	félkemény	55	22	13	4

Ezeken túlmenően a DIN szabvány az első anyagra az ütőmunkát kb. 9 mkg/cm²-nek, a másodikra pedig kb. 3 mkg/cm²-nek adja meg. Látható, hogy azonos Brinell-keménységhez folyáshatárban 1 : 1,5 arányú, teljes nyúlásban kb. 1 : 4 arányú és ütőmunkában kb. 1 : 3 arányú eltérés tartozhat. Hozzáadva még, hogy a lágy AlMg5 egyenletes nyúlása kb. 12%, a félkemény AlMgMn ötvözeté pedig kb. 1%, nyilvánvaló, hogy a két anyagot, bár a keménységük azonos, mégsem nevezné senki egyformának.

A keménységi mérőszámot az anyagok jellemzésére tehát csak annyiban szabad felhasználni, hogy egyedül az előírásoknak megfelelően meghatározott keménységet tekintjük definiáltnak. (Például, ha mérjük valamely önnemesedő anyag keményedését a hevertetés időtartamának függvényében.) Nincs értelme azonban annak — sőt téves következtetésekre is vezethet —, ha különböző anyagok azonos keménységéhez hasonló mechanikai tulajdonságokat vagy anyagállapotot rendelünk.

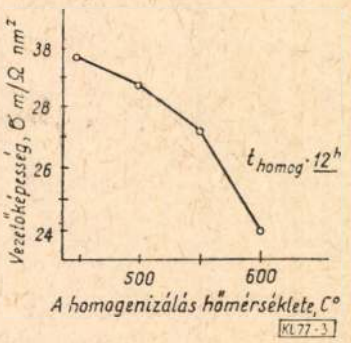
2. Fizikai mérések

A kiválasztott kétféle fizikai vizsgálat tárgyalása előtt megemlítjük, hogy az ilyen vizsgálatokkal kapcsolatban gyakran merül fel két kifogás. Egyik az, hogy a mérések nagy gondosságot és részben jelentékeny időt kívánnak. Ez igaz, de szerintünk azért nem tekinthető hátránynak, miután az anyag belső szerkezetébe és atomos felépítésébe való bepillantás felismeréseinket legalább annyira bővíti, mint amennyi ráfordítást kíván. A másik kifogás az szokott lenni, hogy ezeknek a méréseknek az eredményeiben általában még a kutatómérnökök is kételkedni szoktak, miután nem tudnak, vagy nem akarnak elszakadni a szakítószilárdság, a teljes nyúlás és Brinell-keménység megszokott, de ma már nem kielégítő fogalmaitól. Nem állítjuk, hogy az általunk végzett fizikai mérésekkel kapcsolatban akár csak részletkérdések is teljesen tisztázottak lennének — hiszen ahhoz statisztikus adathalmazra lenne szükségünk — az azonban kétségtelen, hogy ez a jelennek vagy inkább már a közelmúltnak az útja, hogy a jövőbe mutató irányzatokat ne is említsük. Kétségtelen továbbá, hogy a fizikai méréseinkre támaszkodva üzemi gyártásban is sikerült jó eredményeket elérni.

Az öntött kohóalumínium fizikai tulajdonságainak vizsgálatáról *Vassel* ad átfogó képet [3].

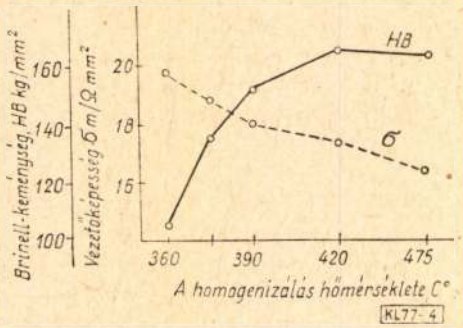
d) *A villamos vezetőképesség mérése*

Miután a fémek villamos vezetőképességét az atomos felépítésen (pl. szilárd oldatos, vagy heterogén szerkezet, szabad elektronok száma) kívül jelentősen befolyásolják a rácshibák és a belső feszültségek, a villamos vezetőképesség igen érzékenyen követi az anyag állapotát. Mind a rácshibák létrehozásában és megszüntetésében, mind a belső feszültségek alakulásában jelentős szerepe van a hőhatásoknak, a hőhatások sebességének,



3. ábra. Öntött és homogenizált AlMgSi-tuskók vezetőképességének változása a homogenizálás hőmérsékletének függvényében

A homogenizálás ideje 12 óra



4. ábra. Különböző hőfokokon homogenizált és 120 C°-on öregített V95 ötvözet vezetőképességének és Brinell-keménységének változása a homogenizálás hőmérsékletének függvényében

továbbá az alakítás módjának és mértékének, kézenfekvő tehát, hogy az eljárások feltételeinek megváltoztatása a villamos vezetőképességben is tükröződik.

A villamos vezetőképesség mérésének legkényelmesebb, igen gyors és egyszerű módszere a Förster-rendszerű, az örvényáramú visszahatás elvén működő Sigmatest-készülék használata.

A mérésre példaként a *3. ábrán* azt mutatjuk be, hogy öntött és homogenizált AlMgSi tuskók villamos vezetőképessége hogyan változik a homogenizálás hőmérsékletével [4]. Látható, hogy a vezetőképesség csökkenése jelzi a heterogén szerkezetnek a hőmérséklet növelésével fokozódó homogenizálódását, valamint az öntési feszültségek megszűnését és a rácshibák *begyógyulását.*

További példát mutat be a *4. ábra,* melyen AlZnMgCu típusú (V95) ötvözet vezetőképességének változása látható 120 C°-on végzett öregítés után, az öregítést megelőző homogenizálás hőmérsékletének függvényében [5]. A hőmérséklet növelésével annak a vezetőképességet csökkentő hatása — vagyis a matrix homogénabb volta — még az öregítés után is megmarad. Ugyanebben az ábrában feltüntettük a vezetőképesség mérésekor használt próbatestek Brinell-keménységét is, ami a vezetőképességgel ellentétesen változik. Ezzel kapcsolatban helytelen lenne arra következtetni, hogy itt a keménység és a villamos vezetőképesség között közvetlen kapcsolatról van szó, csupán az a helyzet, hogy az anyagban lejátszódó folyamatok (a hőfokkal növekvő mértékű oldódás és homogenizálódás, majd a kiválás) mind az anyag keménységében, mind vezetőképességében kifejezésre jutnak.

Tapasztalataink szerint a vezetőképességet minden olyan esetben érdemes mérni, amikor az anyag belső szerkezetét megváltoztató gyártási műveletet végzünk, ide számítva elsősorban az ötvözött anyagok hőkezelését.

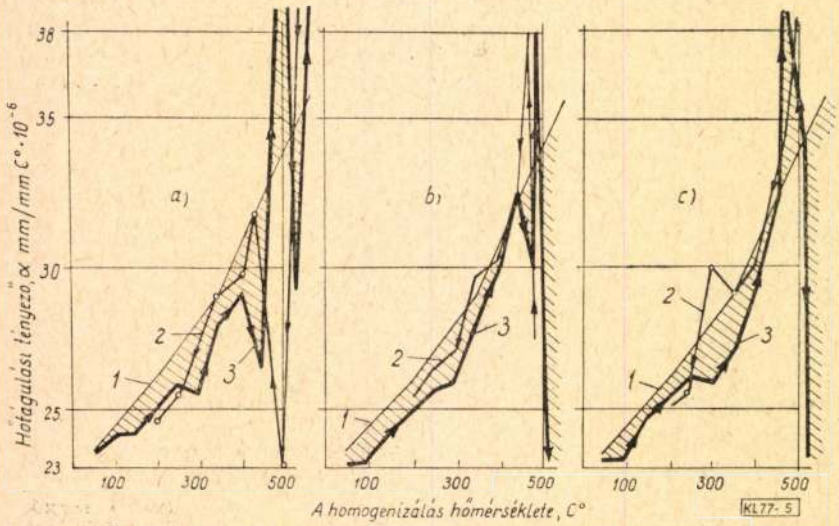
Megemlítjük még, hogy intézetünk munkatársai a Sigmatest-készüléket tovább fejlesztették és olyan műszert dolgoztak ki, mellyel a vezetőképesség változása a hőfok függvényében mérhető [6].

e) *A hőtágulási tényező mérése*

Az ötvözetek — és ebből a szempontból ötvözetnek számít még a kohóalumínium is a maga 0,1—0,5% egyéb fémes alkotójával — további olyan fizikai mérőszáma, mely érzékenyen követi az anyagban a hőmérséklet függvényében lejátszódó folyamatokat és az anyag állapotát, a hőtágulási tényező. Ez a mérőszám azokat a belső folyamatokat jelzi, melyek a fajtérfogat, valamint a belső feszültségi állapot megváltozásával járnak. Ilyen például az oldódás, kiválás, átrendeződés, allotróp módosulás, belső feszültségek oldódása. A görbén jelentkező hirtelen esések — aránylagos összehúzódások — általában azokat a hőmérsékleteket jelzik, melyeken az anyagot nem célszerű hőhatásnak kitenni. (Az alábbi ábrákba a tényleges hőtágulási görbéken kívül berajzoltuk a teljesen tiszta alumínium hőtágulásának megfelelő elméleti görbét is és vonalkázással jelöltük az ahhoz képest mutatkozó pozitív és negatív eltéréseket.)

Az első példát a [4] irodalom alapján az *5. ábrában* mutatjuk be. Az ábra AlCuMg (D 16, Dural) tuskó hőtágulási tényezőjének változását mutatja be öntött, majd 450, ill. 500 C°-on 48 órán át hőkezelt állapotban. A 450 C°-on homogenizált minta görbéjének 400 és 500 C° között mutatkozó ingadozása jelzi, hogy a 450 C°-os hőhatás nem volt kedvező. A görbének ez az ingadozása az 500 C°-on hőkezelt mintán elmarad.

A hőtágulási együttható érzékeny változására további példaként mutatjuk be a *6. ábrában* öntött 99,5% Al tuskók hőtágulási görbéjének változását a Fe/Si-hányados függvényében [7]. Látható, hogy a hányados növekedésével a kb. 350 C°-on mutatkozó töréspont (relatív összehúzódás) egyre jobban elsimul és a 450—500 C° között jelentkező erős le-

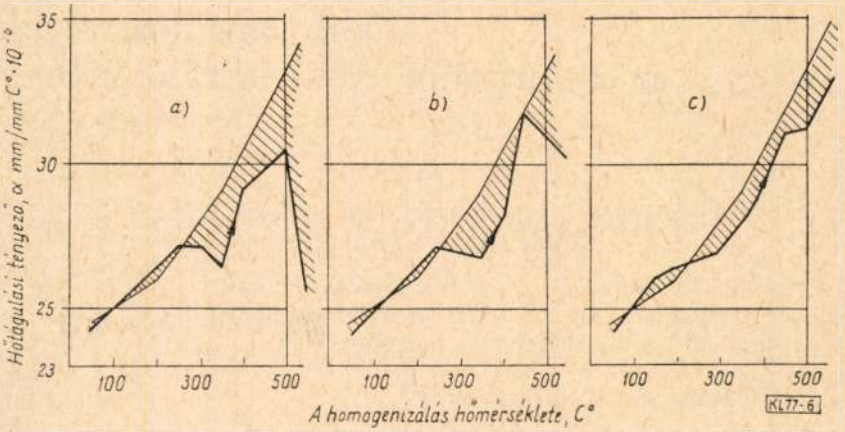


5. ábra. Öntött AlCuMg tuskó hőtágulási tényezőjének változása a hőmérséklet függvényében

1 = alumíniumra elméletileg érvényes hőtágulási görbe, *2* = felhevítéskor adódó görbe, *3* = lehűléskor adódó görbe

a = öntött, *b* = 450 C°-on 48 órán át, *c* = 500 C°-on 48 órán hőkezelt tuskó

törés megszűnik. Tapasztalataink szerint a hőtágulási tényező mérése hasznosnak bizonyult azokban az esetekben, amikor a fém szerkezetében lejátszódó változásokat akartuk rögzíteni, így pl. az öntési, vagy alakítási feszültségek érzékelésekor, a rácshibák begyógyulásához tartozó hőmérsékletek megállapításakor és elsősorban akkor, amikor ki kellett jelölni valamilyen hőkezelés kedvező hőmérsékletét, vagy több hőkezelés közül ki kellett választani a legmegfelelőbbet (pl. robbanómotorok dugatytyúihoz).



6. ábra. Öntött 99,5% Al tuskó hőtágulási görbéjének változása a Fe/Si-hányados függvényében
a = Fe/Si = 1,0, b = Fe/Si = 1,8, c = Fe/Si = 2,3

3. Technológiai vizsgálatok

f) *A mélyhúzhatóság vizsgálata*

A mélyhúzhatóságot a szabványok szerint az Erichsen-féle mélyítési számmal kell minősíteni. Számos gyártási példa bizonyítja azonban, hogy ez a mérőszám — amely csak a minimálisan megkívánt mélyítést adja meg — nem felel meg például a laposfenekű termékek (pl. lábasok, hüvelyek) gyártására használt lemezanyag húzhatóságának minősítésére. Ennek röviden az az oka, hogy az Erichsen-vizsgálatkor golyót nyomunk az anyagba — az anyagot inkább nyújtjuk — az említett termékekben viszont mélyhúzás közben elsősorban összetett hajlítás és a perem összenyomása játszódik le. Tapasztalataink szerint a lemez mélyhúzhatóságáról akkor lehet helyes képet alkotni, ha többféle bélyeggel (lapos-, nagy lekerekítési sugarú és félgömbfejű bélyeggel) csészehúzó vizsgálatokat végzünk és azt határozzuk meg, hogy a Guillery-présen az egyes bélyegekkel milyen legnagyobb átmérőjű tárcsák húzhatók szakadás nélkül csészévé. A csészehúzás emellett még a csésze fülesedésén keresztül felvilágosítást nyújt az anyag alakításból eredő anizotrópiájára vonatkozóan is. A csészehúzás, valamint az üzemi kísérleti húzások és a szakítóvizsgálat reális mérőszámai között egyébként kohóalumínium lemezekben megbízható összefüggést találtunk [8], [9].

g) *Huzalok csavaróvizsgálata*

A huzalok csavaróvizsgálatával azt szokás vizsgálni, hogy az adott átmérőjű huzal meghatározott hosszon hány körülcsavarást bír el a szakadásig. Miután a csavarási szám függ a huzal átmérőjétől és a befogási hossztól, csak azonos átmérőjű és azonos hosszon vizsgált huzalok csavarási száma hasonlítható össze.

Tapasztalataink szerint jó összehasonlítási számot ad a Γ fajlagos elcsavarodás, amely lényegében az egységnyi hosszra eső huzaldarab szélső szálának fajlagos, a huzal átmérőjétől független alakváltozását adja meg.

$$\Gamma = \frac{T}{L} \cdot R = \frac{T \cdot D}{L \cdot 2}$$

ahol T = a csavarási szám, L = a befogási hossz, $R = D/2$ a huzal félátmérője.

Összefoglaló

Az előadásban igyekeztünk rámutatni arra, hogy az alumíniumtermékekre vonatkozó szabványokba foglalt mérőszámok az anyagok reális jellemzésére és minősítésére nem alkalmasak. Helyes kép alkotható a régen ismert mechanika vizsgálatok újszerű értelmezésével és az azokkal meghatározható fizikailag helyes mérőszámok alapján, egyes fizikai mérések segítségével, melyek az anyag belső szerkezetére és állapotára vonatkozóan nyújtanak felvilágosítást, továbbá az egyes felhasználások szempontjából akkor, ha a technológiai vizsgálatokat a tényleges igénybevétellel egybehangoljuk, vagy a technológiai vizsgálatokkal meghatározható mérőszámokat függetlenné tesszük a vizsgálat körülményeitől. Ezekre vonatkozóan példákat hoztunk fel.

IRODALOM

[1] *Gillmot L.—Sinay G.:* Die Brucharbeit als Werkstoffkenngrösse. Acta Technica Tom. XXII. Fasc. 1—2 (1958) 149—172. o.

[2] *Buray Z.:* Egyes Al—Mg—Zn típusú ötvözetek önthetőségi, meleg- és hidegalakítási, valamint hőkezelési vizsgálata félüzemi és üzemi körülmények között. Fémipari Kut. Int. Közleményei IV. (1960) 175—211. o.

[3] *Vassel K. R.:* Öntött színalumínium minták fizikai tulajdonságainak vizsgálata. Fémipari Kut. Int. Közleményei IV. (1960) 266—284. o.

[4] *Vassel K. R.:* Újabb eljárások kidolgozása a homogenizált könnyűfémtermékek minősítésére. Fémipari Kut. Int. 152/6/62 sz. zárójelentése (1962).

[5] *Vassel K. R.—Boczor E. I.—Laár T.—Sinay G.:* A nagyszilárdságú Al—Zn—Mg—Cu, szovjet V95 típusú ötvözet hazai bevezetésekor szerzett tapasztalatok. Fémipari Kut. Int. Közleményei V (1961) 165—183. o.

[6] *Farkas F.—Kovács F.:* Az örvényáramú elv felhasználása fémek fajlagos ellenállásának mérésére a hőmérséklet függvényében. Fémipari Kut. Int. Közleményei V (1961) 219—230. o.

[7] *Vassel K. R.:* Einige charakteristische Merkmale des Reinaluminiums im Gusszustand. Alumínium 36 (1960) 145—150. o.

[8] *Vassel R.—Sinay G.:* The usefulness of the tensile and the cupforming test, when testing aluminium sheet for deep drawing. Coll. IDDRG Paris (1960).

[9] *Vassel K. R.—Sinay G.:* A mélyhuzhatóság. Technika 3 (1959). 4. o.

Újabb tűzállóanyagok az alumínium elektrolizáló kemencék számára*

CZEKE ARISZTID okl. kohómérnök

DK 666.7/9 : 669.713

(Folytatás).

3. Az új anyagok használatával kapcsolatos kérdések

Felmerül a folyékony fém és a tűzállóanyagok kölcsönhatásának, továbbá az áramvezetőkben megengedhető áramsűrűségnek megállapítása.

3.1 A fémalumínium szennyeződése

A TiC a folyékony halmazállapotú alumíniummal szemben ellenálló, kis mértékben azonban kölcsönhatás révén szennyezi azt. Kb. 1000 C°-on a fémalumínium szennyeződése az 1. ábra szerint TiB_2-dal csökkenthető. A titánszennyeződés előreláthatóan csak a villamos vezetőként felhasználásra kerülő alumíniumnál kényes, de a 100% TiB_2 által okozott 0,005% Ti szennyezés már elviselhetőnek látszik. Az egyik irodalmi adat szerint [26] a TiB_2 oldódása folyékony alumíniumban $1 \cdot 10^{-8}$ % tehát az élettartam idejére vonatkozóan is elhanyagolható mennyiségű.

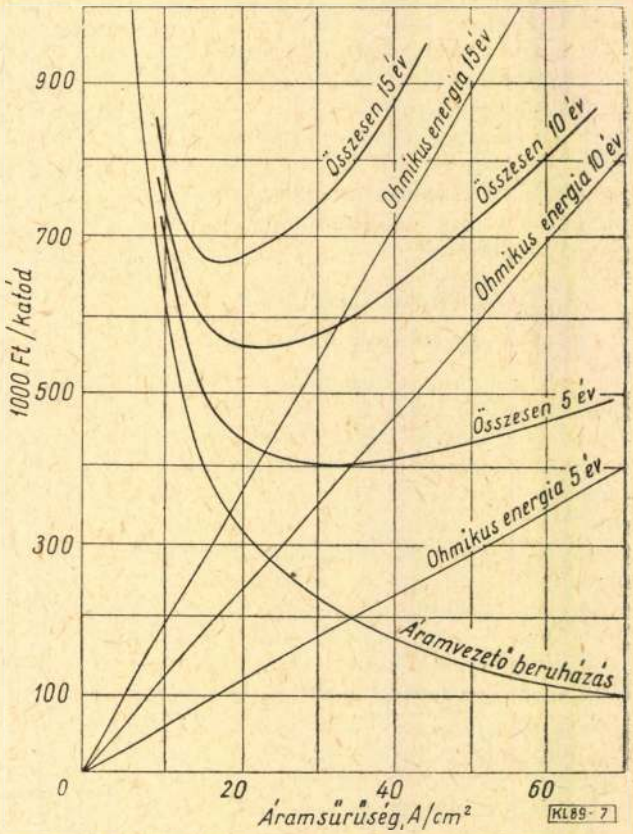
Valószínű, hogy a SiC bélésanyaggal való érintkezéskor is hasonló értelmű Si szennyeződés következik be, erre vonatkozó adatok azonban még ez ideig kevéssé ismertek.

3.2 Az áramsűrűség

A beépítendő áramvezetők áramsűrűségének meghatározásakor a következő meggondolásból indulunk ki: olyan keresztmetszetet választunk, amely arányban áll a vezető ohmikus ellenállása következtében fellépő hőenergiával. Tehát a vezető beszerzési árát az áramsűrűséggel változó hővé alakuló villamos energia árával kell egyensúlyban tartani, vagy másképpen kifejezve az üzemi időszakra vonatkozó sínköltség és áramveszteség együttes költsége legyen a legkisebb.

A gazdaságos áramsűrűség ily módon végzett meghatározását, különböző vezetősín tartósági időszakokra vonatkozóan a *7. ábra* mutatja be. Amint látható, minél hosszabb üzemidőre végezzük számításainkat, annál kisebb optimális áramsűrűséget kapunk. 5 éves időtartamra beépített boridvezetőt kb. 30 A/cm², 10 évig üzemben tarthatót pedig hazai viszonyok között és jelenleg világpiaci árakon 24 A/cm² áramsűrűségre célszerű méretezni. Miután a közlések szerint a TiB_2 áramvezető rendkívüli tartósságú, gyakorlatilag elpusztíthatatlan, indokolt a mai árak mellett a 20—25 A/cm² áramsűrűség. Olcsóbb szerkezeti anyag, vagy nagyobb fajlagos ellenállással rendelkező áramvezetőre természetesen kisebb áramsűrűségek adódnak.

A gazdaságos áramsűrűségre érdekes összehasonlítást tehetünk az energiában bővelkedő, azaz olcsó villamos energiával rendelkező USA, Kanada és Szovjetunió, valamint energiaszegény



7. ábra. A borid áramvezető legkedvezőbb áramsűrűsége. A borid ára 550 Ft/kg, energiár 0,54 Ft/kwó, boridvezető 500 mm

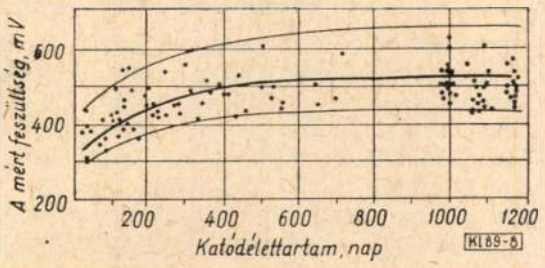
és drága villamos áramot fogyasztó hazai alumíniumiparunk között.

Az előbbi esetben, pl. az USA-ban 0,45 cent/kwó áramköltséggel, utóbbi esetben pedig 0,54 Ft/kwó energiaárral számolhatunk. Ha a titándiborid áramvezető árát 11 dollár/kg egységáron számíthatjuk — amint azt az 1962. évi közlések szerint elfogadhatjuk — akkor az USA és Kanada, valószínűen a Szovjetunió viszonylatában is gazdaságos áramsűrűségként 40—50 A/cm²-t kapunk. Az egyik közlés szerint [26] valóban nagy áramsűrűségeket — kb. 75 A/cm² — használtak az első kísérletekhez. Ez esetben valószínűleg 2—3 éves időtartamra számították a kísérleti áramvezetők élettartamát. Ez továbbmenően azt jelenti, hogy míg ezekben az országokban 1 kg boridvezető 2300 kwó árával van egyensúlyban, addig hazai viszonyok között 1200 kwó energia árával.

4. A kádfeszültség várható alakulása az új anyagok használatakor

Az új anyagok használatának gazdasági kihatása főként az elektrolízis kisebb feszültségre való beállításában és az ezzel kapcsolatos villamos

* A dolgozat első része megjelent az 1964. évi 2. számban.



8. ábra. Mért katódikus feszültségesések a katódélettartam függvényében

energia megtakarításban van. Az ismertetett új áramvezető anyagok vezetőképessége jobb az eddig használt anyagnál, a szénnél. Várható tehát, hogy a katódikus feszültségesés — a jelenlegihez képest — legalább a fajlagos ellenállások viszonyának arányában csökkenni fog.

A jelenlegi katódbélés, illetve belső sínezés feszültségesése egy 50 kA-es kádtípusra átlagban 470 mV. Körülbelül 50 kemencén 3—3 alkalommal végzett feszültségmérés (acélkatódsín kilépés helyétől az olvadt állapotú alumíniumig) statisztikai értékelését a *8. ábrán* láthatjuk. A diagramban minden egyes pont az illető katód élettartamának függvényében a katód feszültségesését jelenti. A pontok sűrűségének súlyvonala határozott emelkedést mutat a kemence élettartamának növekedésével, melynek értéke átlagosan 1,6 mV/10 nap, azaz másképpen 4,8 mV/hónap. Az irodalmi adatok szerint ennek becsült értéke 3—10 mV/hónap. [5].

Ha a katódikus feszültségesés várható alakulását vizsgáljuk az egyes változatok megvalósítása után, úgy a következő számszerű összefüggést állapíthatjuk meg:

Az *1.* változat szerint a katódfeszültség a szén helyett jobb áramvezetőket használva, az eddigi 340 mV helyett (számított érték) kb. 220 mV-ra csökken. Az öregedés következtében fellépő feszültségesés kiküszöbölhető, mivel az új áramvezető idegen anyaggal nem szennyeződik és a fenéklerakódások nem növelik az áramvezetés ohmikus ellenállását. Ez kb. 120 mV megtakarítás. Tehát hazai viszonyok között ennek a változatnak kivitelezésével 240 mV feszültségcsökkenés várható.

A külföldi irodalmi adatok szerint ennek a változatnak megvalósításakor 200 mV feszültségesés csökkenést tapasztaltak. Emellett a kádfeszültség feltűnően stabilizálódott, az egyenletesebb kádjárat egyenletes hőmérsékleti viszonyokat és kisebb hőmérséklet beállítását tette lehetővé.

A *2.* változat szerkezeti kialakításából számítva a jelenlegi 420—470 mV átlagos katódfeszültség helyett mindössze 70 mV várható, természetesen az optimális áramsűrűséggel. Átlagban tehát mintegy 350 mV feszültségesésnek megfelelő energiamegtakarítás jelentkezik katódonként.

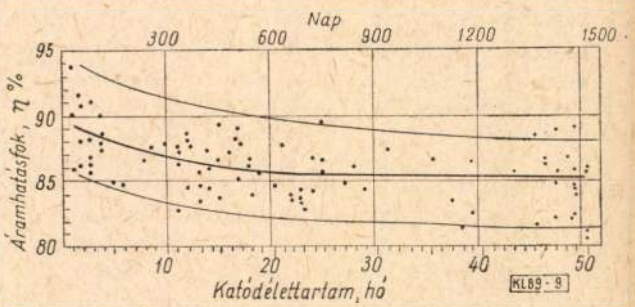
A 3. változat megvalósítása számított becslés alapján ugyancsak 350 mV feszültségmegtakarítást adhat, ezen kívül a sínezés egyszerűsödése következtében további kb. 50 mV, tehát összesen 400 mV feszültség csökkenés várható.

Megjegyezzük, hogy a 240, 350 és 350 mV az egyes változatokban, illetve kivitelekben mint fűtőfeszültségmegtakarítás jelentkezik. Ha az 50 kA-es kádakra 1 mV fűtőfeszültségnek 43 kcal/ó hőegyenértéket veszünk (számított adat), akkor az új katódokra 11 500, 16 800 és 16 800 kcal/ó hőfejlődés is elmarad a katód hőmérlegének bevételi oldalán. Ezért a hőegyensúly biztosítására erősebb hőszigetelést kell a bélésbe beépíteni.

5. Az új anyagok hatása az áramhatásfok alakulására

A közlések szerint a külföldön üzemi méretekben megvalósított *1.* változat szerinti katódbélés, illetve áramvezetés 1% áramhatásfok javulást hozhat. Ennek megállapításakor az összehasonlítást teljesen azonos körülmények között üzemben tartott, ugyanazzal a kezelő személyzettel gondozott kemencéken végezték el. A kiértékelés időszaka kb. fél év volt [17].

A *2.* változat megvalósításakor az elért áramhatásfokjavulás kereken 3%-ra tehető, bár egyes mérések ennél jobb eredményre is utalnak [26]. Nyilvánvaló, hogy a jelenlegi áramhatásfok üzemenként és kádanként erősen változó, nem kevéssé függ a kádkezelő személyzettől és az áramellátás adottságaitól. Kellő statisztikai adat birtokában azonban a változások értékhatárai mégis megállapíthatók. Egy erre vonatkozó kiértékelést a *9. ábrán* láthatunk. Eszerint az egyik kohóban kigyűjtött adatok azt mutatják, hogy a jelenlegi kemencék áramhatásfoka a katódbélés öregedésének függvényében kezdetben erősen, majd fokozatosan kisebb mértékben csökken. A pontok egy-egy kádból egy hónap alatt csapolt fém mennyiségére, illetve az ebből számított áramhatásfokra vonatkoznak.



9. ábra. Az áramhatásfok alakulása a katódélettartam függvényében

Bizonyos, hogy az új anyagok használata kisebb feszültség- és áram-, valamint hőmérsékletingadozásokat fog adni, melynek eredményeként az 1%, illetve *2.* változatban a 3% áramhatásfokjavulás hazai viszonyok között is elérhető lesz.

Ha meggondoljuk, hogy az új katódbéléssel az áramhatásfok átlagban 90% körül mozog, akkor a bélésszerkezet fejlesztésével pl. a 3. változatra reálisnak látszik a kb. 90%-os áramhatásfok elérése is. Úgy látszik, hogy egyes külföldi kohók ezt az áramhatásfokot a jelenlegi szénbéléssel is elérik.

6. Az új tűzállóanyagok hatása a bélés tartósságára

A bélés élettartamának növekedése szintén jellemző tulajdonsága az új anyagoknak. Igen kifejező az új anyagok rendkívüli korrózióálló tulajdonságára a következő közlés: „amíg az eddig használatos anyagokból készített kádak élettartama — amelyben az alumíniumot forráspontjáig hevítették — csak 10—20 percig tartott, addig az új anyagokból készülté 1—2 napig, azaz 1440—2880 percig". Az irodalmi közlések szerint a nitridkötésű szilíciumkarbid bélés élettartama legalább 5 év [23]. Várható, hogy hazai viszonyok között az átlagos élettartam eléri az 5 évet az első változatú bélésszerkezettel. A *2.* és *3.* változathoz igen korrózióálló karbid-nitrid anyagokból a bélés élettartama valószínűleg el fogja érni a 10—15 évet.

Az élettartam növekedése maga után vonja a felújítások miatti termeléskiesés, valamint az újraindítási költségek jelentős csökkenését.

7. Az új tűzállóanyagok hazai és távlati jelentősége

Az előzőkben már rámutattunk arra, hogy a hazai drága villamos energiaár mellett a titándiborid áramvezetők használata jóval indokoltabb, mint az iparilag fejlettebb és energiában bővelkedő országokban. A számítások azt mutatják, hogy az olcsó energiával rendelkező országokban az új anyagok a jelenlegi árak mellett nem jelentenek különösebb vonzerőt, valószínűen inkább az általuk olcsóbb beruházással elérhető termelésnövelés fogja majd bevezetésüket előmozdítani.

Az eddig ismertetett megtakarításoknál sokkal nagyobb mérvű gazdasági eredményt lehet majd az új anyagokkal elérni. Ehhez teljesen új szerkezetek kialakítása szükséges. Most az új szerkezeti anyagok birtokában új, lényegesen nagyobb teljesítményű elektrolizáló kemencék építhetők. Hasonlóan módosíthatók az elektrolízis fizikai-kémiai feltételei is. Ismeretes, hogy a káliumfluorid csökkenti az olvadékfürdő olvadáspontját, viszont ezt a szénbélés rohamos elroncsolódása miatt nem lehetett használni. Az elektrolit villamos vezetőképességét pedig a litiumfluorid javítja oly kedvezően, hogy a drágább elektrolittal is jelentős villamos energiamegtakarítás, illetve kedvezőbb gazdaságosság érhető el. Ezek a fluoridok, amelyek a szénbélés tartósságát olyannyira lerontották, hogy alkalmazásuk nem jöhetett szóba, most az új tűzálló anyagok birtokában különösebb tartósságcsökkenés nélkül használhatók és üzemben tarthatók, pl. a kálium-litium fluoridokkal kombinált fürdővel is.

Az új anyagokkal remélhető a beruházási költségek kedvező alakulása is, mivel alkalom nyílik termelékenyebb elektrolizáló kemencék építésére. Amíg a mai kemencék áramsűrűsége 0,7 A/cm² körül mozog, addig a boridsínezés gazdaságos áramsűrűségéről említettek szerint lehetséges az áramsűrűség növelése, azaz kisebb kádak építése, vagy a jelenlegi kádméretek megtartásával a jelenlegivel szemben jelentős termelésnövelés.

8. Összefoglalás

Az eddig ismeretes bélésanyagok és áramvezetőként használt keramikus anyagok tulajdonságainak áttekintése után egy 50 kA nagyságú elektrolizáló-kemencében háromféle új lehetőséget tárgyaltunk, amelyeket a külföldi szakirodalom meglevő kemencékhez ajánl.

Az új kialakítások 240, 350 és 400 mV feszültség csökkentés elérését teszik lehetővé. Fontosnak találtuk a megvalósításhoz a feszültségcsökkenéseknek megfelelően a hőszigetelés javítását, a kád hőegyensúlyának biztosítása érdekében. Az áramhatásfok javulása az egyenletesebb kemencejáratból, eliszaposodás kiküszöböléséből, valamint hőmérsékletcsökkenésből származhat és hazai kohóinkban is elérheti az 1—5%-ot, mivel a külföldi tapasztalatok ennyit igazolnak. Az elektrolizáló-kemence élettartamát az új anyagokkal a jelenleginek többszörösére emelhetjük. A számítások azt mutatják, hogy hazai viszonyok között az új anyagok használata jóval indokoltabb, mint az energiával bőven ellátott, iparilag fejlettebb országokban.

Az új tűzállóanyagok megítélésében jelenleg még megoszlanak a vélemények. Üzemi szakembereink szerint a kérdés még nem érett meg használatbavételre. Valószínű, hogy ez az állásfoglalás az új anyagok tulajdonságainak és használati lehetőségeinek elégtelen ismeretéből származik. Jelen tanulmány ezt a hiányosságot kívánja kiküszöbölni.

Ezúton mondok köszönetet *Szőnyi Antalnak* s *Kolosy Ernő*nek, akik értékes segítségemre voltak jelen tanulmány kidolgozásában. Hasonlóan megköszönöm az egyes alumíniumkohóktól kapott mérési adatokat, amelyek az összehasonlító számítások készítését tették lehetővé.

IRODALOM

[1] *Brochin, J. C.—Funke B. F.:* Szilíciumnitridek tulajdonságai és előállításuk. Ognyeuporü 1957. 562—566. old.

[2] *Fray, G. D.:* Nitridkötésű szilíciumkarbid. Product Engineering 1957. 2. 135—139. old.

[3] *Frangos, T. F.:* Amit a szilíciumnitrid tűzállóanyag nyújt. Materials in Design Engineering. 1958. 1. 115—117. old.

[4] *Koenig J. H.:* Újabb fejlődés a kerámiában. Materials in Design Engineering. 1958. 5. 121—136. old.

[5] *Szakál Pál:* A katódélettartam hatása az alumíniumkohászat gazdaságosságára. Kohászati Lapok, 1960. 8. 337—340. old.

[6] *Brown, R. W.—Landback, C. R.:* A Norton cég új tűzállóanyaga. American Ceramic Soc. Bull. 1959. 7. 352—355. old.

[7] *Anonimus:* A Norton cég új tűzállóanyagot vezet be. American Ceramic Soc. Bull. 1960, 9. 491. old.

[8] *Lewis, R. A.:* Az alumínium elektrolízis kemencék fejlődésének irányzata, Chemical Engineering Progress 1960. 2. 78—82. old.

[9] *Anonimus:* Új tűzállóanyag csökkenti az alumínium termelés önköltségét. Modern Metals 1960. 9. 40—42. old.

[10] *Anonimus:* Titándiborid: új tűzállóanyag az alumíniumipar számára. Modern Metals 1960. 12. 76—77. old.

[11] *Anonimus:* Titándiborid már nagy alaktestek alakjában kapható. Meterials in Design Engineering. 1961. 1. 10—11. old.

[12] *Bloch, E. A.:* Új építőanyagok az alumínium elektrolízis és olvasztókemencék számára. Erzmetall 1961. 8. 400—409. old.
[13] *Peskin, W. L.:* Különleges tűzállóanyagok az alumínium számára. Modern Metals 1961. 8. 32—40. old.
[14] *Schmitt, H.:* Új módszerek az elektrolízis kemencék építésénél. Erzmetall 1961. 9. 450—457. old.
[15] *Anonimus:* Tökéletesített elektrolizáló cella csökkenti az alumínium előállítás költségét. Modern Metals 1961. 12. 83. old.
[16] *Szamszonov G. V.—Dubovik T. V.:* Alumíniumnitrid előállításának technológiája és ipari alkalmazásának lehetőségei. Cvetnüje Metallü 1962. 3. 56—61. old.
[17] *Anonimus:* Az alumíniumtermelők folytatják a hagyományos módszerek fejlesztését. Engineering and Mining Journal 1962. 4. 98—102. old.
[18] *Anonimus:* Az alumíniumtermelés nemzetközi szimpóziuma: Fejlődés a katódbélésanyagok terén. Light Metals 1962. 4. 110. old.
[19] *Anonimus:* Az alumíniumtermelés nemzetközi szimpóziuma. Light Metals 1962. 5. 132—134. old.
[20] *Dolloff, R. T.—Meers, J. T.:* A grafit és tűzállóanyagok jelenlegi helyzete és jövője. Journal of Metals 1962. 5. 351—354. old.
[21] *Anonimus:* Magas hőmérsékletet bíró anyag. Journal of Metals 1962. 9. 622. o
[22] *Anonimus:* Új tűzálló áramvezető. Aluminium 1962. 5. 330. old.
[23] *Lowe, R. W.:* Karbidok, boridok és nitridek tulajdonságai. Norton cég katalógusa 1962.
[24] *Washburn, M. E.:* Szilíciumkarbid és nitrid tűzállóanyagok korrózióját alkáli fluoridokban. Norton cég katalógusa. 1962.
[25] *Alliegro, R. A.:* Borid és borid-acél katódsínek. Norton katalógus 1962.
[26] *Ransley, C. E.:* Tűzálló karbidok és boridok alkalmazása az alumínium elektrolízisben. Journal of Metals 1962. 2. 129—135. old.
[27] *Wroten, W. L.:* A tűzállóanyagok nemcsak a hővel szemben ellenállóak. Chemical Engineering. 1962. 6. hó 11. sz. 158—163. old.
[28] *Pilissy Lajos—Örkényi József:* Újabb fejlődés a katódépítésben és katódszén kutatásban. Kohászati Lapok 1963. 5. 211—215. old.

Műszaki és gazdasági hírek

Belgiumban a **Liege** melletti **Chertalban** az Esperance—Longdoz cég egy *LD—AC acélművet* épít. Az acélmű első lépcsője évi 800 000 t folyékony acélt termel. Ebben a lépcsőben két à 120 t konverter épült. Chertalnak egyelőre nincs nagyolvasztója. Az acélgyártáshoz szükséges nyersvasat a kb. 25 km-re fekvő Seraingból 8 db 150 t-s nyersvaskeverő kocsival szállítják. Tervek szerint az acélműben végső kifejlésében 6 db 120 t-s konverter épül s az összes acéltermelés 3 millió t/év lesz.

St. u. E. 1963. 24. sz.

*

Portugália *kohászati termelése* 1000 t-ban

	1960	1961	1962
Vasérctermelés	288	236	234
Mangánérctermelés	7,4	11,3	—
Nyersvastermelés	38	120	221
Folyékonyacél	—	92	174

St. u. E. 1963. 25. sz.

*

Indiában a harmadik ötéves terv végére (1965/66) a *folyékonyacél termelést* 10,2 millió t-ra irányozták elő. Ebből kb. 6 millió t-t a három állami gyár fog termelni éspedig: Bhilaiban 2,5, Rourkelaban 1,8 és Durgapurban 1,6 millió t-t. Amerikai segítséggel és hitellel épülne egy mű 1 millió t termelésre Bokaroban, Bihár államban. Egyelőre az indiai kormány az amerikai vezető köröknél mutatkozó hitel nehézségek miatt tartózkodó álláspontot van. A két nagy magán gyár közül a Tata-i 2 millió t-t, az Indian Iron and Steel Co 1 millió t-t fog gyártani. A hiányzó kb. 0,2 millió t termelése kisebb vállalatokra, főként villamos kemencékre marad.

1963-ban az Alkalmazott Gazdasági Kutató Nemzeti Tanács az acélszükségletet felmérte s azt találta, hogy szerkezeti acélból a negyedik ötéves terv végére (1970/71) kb. 13,6 millió t hengerelt, azaz 18,29 millió t folyékony acélra, nemesacélból pedig 1,61 millió t hengerelt, azaz 3,46 millió t folyékony acélra lesz szükség.

A Nemzeti Tanács tanulmányában az 1970/71. évi hengerelt acél struktúra megoszlására azt becsüli, hogy a lapos szelvények szükséglete az 1960/61. évi 32%-ról 1970/71-re 42%-ra fog megemelkedni.

St. u. E. 1963. 24. sz.

Olaszországba Triestbe a Schloemann cég egy *irányváltó hideghengerművet* szállított, mely az MKW rendszer szerint hengerel. A hengerelt szalag szélessége 320 mm. A kezdő vastagság 3 mm. A legvékonyabb szalag mérete 0,1 mm. A hengerelési sebesség 60 és 400 m/perc között változtatható.

St. u. E. 1963. 24. sz.

*

Az **indiai** Mysore Iron and Steel cég az osztrák Böhler céggel *műszaki segítségnyújtási* megállapodást kötött. Az újonnan épült, Bhadravatiban levő gyár teljesítménye 80 000 t/év lesz. Először indiai mérnököket és munkásokat fognak Kapfenbergben kiképezni, majd osztrák személyzet vesz részt az üzembe helyezésben.

St. u. E. 1963. 25. sz.

*

Svédországban Kirunában egy *pellet* előállító berendezést építenek, melynek teljesítménye 1,5 millió t/év lesz.

St. u. E. 1963. 25. sz.

*

Angliában Sheffieldben az Englisch Steel Co cég megindította az újonnan telepített gyárát. Ebben a gyárban *nemesacélt tömegben* fognak gyártani két á 100 t-s vákuumos villamos kemencében. A gyárban blokksor, bugasor és rúdacélsorok épülnek. A termelt buga mennyiségét évi 385 000 t-ra irányozták elő.

St. u. E. 1963. 25. sz.

*

Tuniszban Menzel-Bourguiba községbe a francia Compagnie des Ateliers et Forges de la Loire-cég a Société Tunisienne de Sidérurgie El Fouladh-cég részére *kohászati berendezéseket* szállít. A szállítás egy 300 t nyersvaskeverőt, két à 12 t-s LD-konvertert, két komplett folyamatos öntőművet, egy dolomit üzemet, egy oxigéngyárat és a szükséges segédberendezést öleli fel. A berendezés üzembentartását a helyszínen gyakorolják be. Az első lépcsőben évi 70 000 t acélt fognak termelni, melyet finom rúd- és idomacélra fognak feldolgozni.

St. u. E. 1963. 25. sz.

*

Izraelben Haifában egy *színesfém dróthúzó* művet létesítettek. Az évi húzott drót termelő kapacitás 1500 t réz és 300 t alumínium.

Alumínium 1963. 12. sz.

A cink viselkedésének vizsgálata radioaktív izotóppal üzemi aluminátlúgok kikeverési folyamatában

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ, MISKEI MIHÁLY és ORMOS GYÖRGY
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 669.5.712.1 : 621.384.2

Az alumíniumfelhasználás a tudományban, technikában és egyes iparágakban állandóan bővül. Egyes célokra az alumínium tisztaságával szemben támasztott igények nőttek.

Nem közömbös, hogy a bauxit szennyezői közül mely elemek milyen mennyiségben kerülnek a gyártás folyamán a fémbe és mennyire rontják annak tisztasági fokát, különleges tulajdonságait. Hasznos tehát, hogy az előállítás egyes fázisaiban megismerjük a szennyező elemek viselkedését.

A cink nyomonkövetésével a bauxittól a nagytisztaságú fémig főbb vonásaiban *Perczel* és *Miklós* munkája foglalkozik [1].

Vizsgálataink célja az volt, hogy tisztázzuk a cink viselkedését a timföldgyártás egyik folyamatában, az aluminátlúg kikeverésében. Megvizsgáltuk, hogy az üzemi aluminátlúg cinktartalma milyen mértékben befolyásolja a keletkezett timföldhidrát cink szennyeződését.

A hosszadalmas és nehézkes kémiai elemzések helyett a gyorsabb és pontosabb radioindikációs módszert választottuk. Kísérleteinkhez Zn-65 radioizotópot használtunk, így elemzések helyett a cinktartalmat aktivitás mérésekkel határoztuk meg.

A kísérlet módszere

A kikeverés lényegében alumíniumhidroxid kiválasztása aluminátlúgból nagy mennyiségű oltóhidrát jelenlétében.

Kísérleteinket a jelenleg használatos üzemi kikeverési eljárás adatai alapján végeztük. Aluminátlúgként üzemi lúgot használtunk, melynek összetétele az *1. táblázatban* található.

1. táblázat

Üzemi aluminátlúg összetétele
(Almásfüzitői Timföldgyár adatai)

Na_2O összes	170 g/l	V_2O_5	0,48 g/l
Na_2O kauszt	147 g/l	P_2O_5	0,95 g/l
Al_2O_3	136 g/l	SO_4	0,53 g/l
Na_2CO_3	38 g/l	Cl	2,13 g/l
Fe_2O_3	38 mg/l	C	2,75 g/l

Molviszony : 1,8

A kísérleteket mechanikus keverővel ellátott 2 literes edényben végeztük. 1,5 liter 1,8 kausztikus molviszonyú üzemi aluminátlúghoz 800 g oltóhidrátot adtunk. Az edényt termosztátba helyeztük és 50 C°-on tartottuk a kikeverés teljes időtartama alatt. Ehhez a zagyhoz adagoltuk hozzá az aktív cinket $Na_2[Zn(OH)_4]$ alakban. A mintegy 120-órán át folyó kikeverés során mintavételekkel vizsgáltuk részben a cink koncentráció változását a szilárd és folyadék fázisban, részben a molviszony alakulását.

Az indikátoroldat fajlagos aktivitása 0,95 mC/ml, a cink koncentrációja $1{,}4 \cdot 10^{-3}$ g/ml volt. A különböző kezdeti koncentrációkat változó térfogatú indikátor, illetve azonos kémiai alakú cink hordozó hozzáadásával értük el. Így a kb. 1,8 liter térfogatú zagyba 5—15 mC izotópmennyiség került. Erre az aránylag nagy aktivitásra azért volt szükség, hogy a gyakori mintavételek ne befolyásolják a kikeverés folyamatát, továbbá a kis térfogatú mintákban is jól mérhető (kb. 5000 cpm) aktivitás legyen. Az indikátor adagolásának sebessége nem volt befolyással a cink viselkedésére, ugyanis azonnali, illetve fokozatos, több részletben végzett adagoláskor azonos eredményeket kaptunk.

A zagyból időnként 5—5 ml térfogatú mintákat vettünk. Külön határoztuk meg a hidrát, külön a lúg aktivitását vákuumszűrős elkülönítés után. A hidrátot a szűrőn forró desztillált vízzel mostuk, miután meggyőződtünk arról, hogy a víz csak a szemcsék között levő lúgot mossa ki. Az így kapott hidrátot 105 C°-on kiszárítottuk, majd egyenletesen elterítve 3 cm átmérőjű üvegedénykébe helyezve ólomtoronyban meghatározott geometria mellett végablakos GM-számlálócsővel mértük az aktivitását. Az önabszorpciós görbe 1 g bemért száraz hidrátmennyiség felett lineárisan emelkedett, ami egyben a Zn 65 izotóp, 0,325 MeV energiájú pozitron sugárzására a telítettségi rétegvastagságot jelentette (140 mg/cm²). Így lehetővé vált, hogy 1 g-nál nagyobb súlyú hidrát mintának cinktartalmát a beütésszámokból közvetlenül meghatározzuk. A cink-koncentráció és impulzusszám közötti összefüggést úgy állapítottuk meg, hogy 2,45 g súlyú hidrátra — mely megfelelt az 5 ml térfogatú zagyban levő hidrát súlyának — ismert mennyiségű és aktivitású indikátoroldatot cseppentettünk, majd lemérés előtt kiszárítottuk, homogenizáltuk. A kapott egyenes alapján az átszámítási tényező $1{,}65.10^{-8}$ g cink/cpm volt.

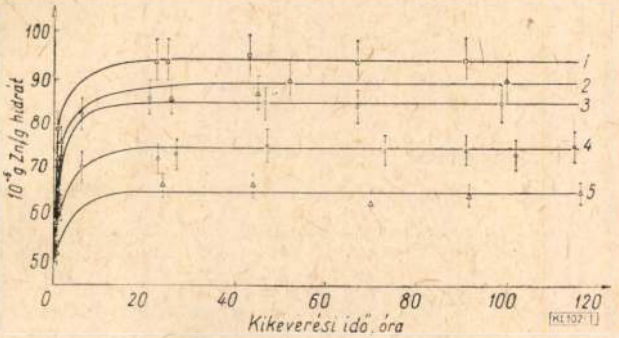
A lúgminták aktivitásának mérésekor a szűrletet és a mosóvizet egyesítettük, desztillált vízzel 680 ml térfogatra kiegészítve különleges alakú mérőedénybe töltöttük, melynek tengelyében helyezkedett el a hengeres GM-cső [2]. A mérőberendezés hitelesítésére ismert aktivitású és súlyú hidrátot kénsavas oldás után folyadékfázisban mértük. Így a folyadékmintákkal az átszámítási tényező $3{,}5 \cdot 10^{-8}$ g cink/cpm, azaz a folyadékfázis mérése a szilárdéhoz viszonyítva kb. fele érzékenységű volt. A legkisebb meghatározható radioaktív cinkkoncentráció a közölt eljárás alapján az aluminátlúgban $9 \cdot 10^{-4}$ g/l, a szilárd fázisban pedig $3 \cdot 10^{-7}$ g/g volt.

A kísérletek befejezésére felhalmozódott nagymennyiségű és kb. 0,05—0,1 μC/ml fajlagos aktivitású folyadékmintákat semlegesítettük. A semlegesítés során kiváló csapadékkal együtt az aktív cink is levált, melyet szűrés után szilárd hulladékként kezeltünk, a szűrletet pedig közvetlenül a csatornába engedtük.

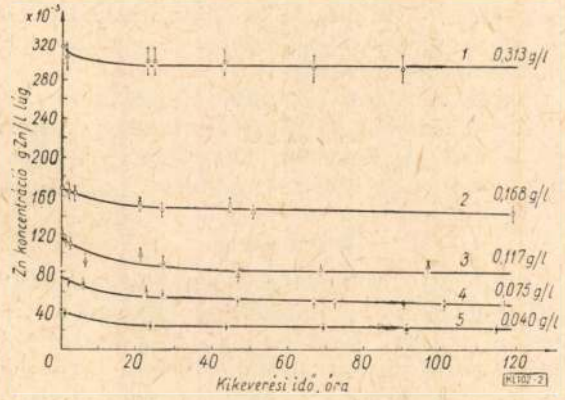
A mérési eredmények értékelése

A mérési adatokat az átszámítási tényezők ismeretében koncentrációra számoltuk át. A számításokban figyelembe vettük az aluminátlúg eredeti 5 mg/l és a hidrát 0,005%-os cinktartalmát, melyet polarográffal állapítottunk meg. Az így kapott eredményeket grafikusan ábrázoltuk. Az *1. ábrán* a hidrát, a *2. ábrán* pedig az aluminátlúg cink koncentrációinak változását különböző kiindulási koncentrációkra a kikeverési idő függvényében tüntettük fel. A változás mind a szilárd, mind a folyékony fázisban hasonló jellegű. A kikeverés kezdetétől számított mintegy 30 óra eltelte után a cink koncentráció állandó marad. Ezeket az állandó, illetve egyensúlyi koncentrációkat a kezdeti koncentráció függvényében a *3. ábra* mutatja. Az ábrán látható görbék segítségével ismert cinktartalmú aluminátlúg kikeverésekor az adott gyártási körülmények között előre meghatározható a hidrát, illetve a lúg egyensúlyi koncentrációja.

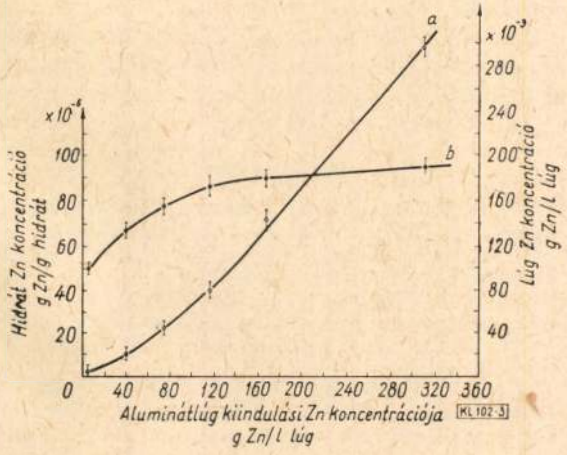
A jelenség magyarázatára megvizsgáltuk, hogy a kiváló alumíniumhidroxid befolyásolja-e az oldat cinktartalmának csökkenését. A *4. ábrán* feltüntetett molviszony görbe ilyen kapcsolatot nem valószínűsít, hiszen a hidrátkiválás folytonos még akkor is, amikor a cink elérte az egyensúlyi értékét.



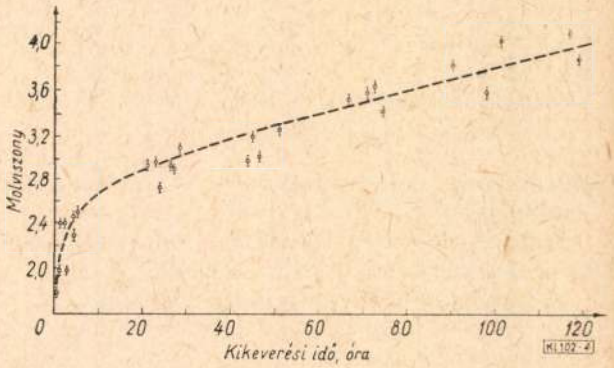
1. ábra. A hidrát cinktartalmának változása a kikeverés folyamán
1 = 0,313 g/l, 2 = 0,168 g/l, 3 = 0,117 g/l, 4 = 0,075 g/l, 5 = 0,040 g/l



2. ábra. Az aluminátlúg cinktartalmának változása a kikeverés folyamán
1 = 0,313 g/l, 2 = 0,168 g/l, 3 = 0,117 g/l, 4 = 0,075 g/l, 5 = 0,040 g/l

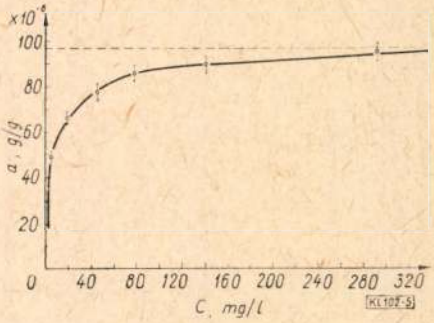


3. ábra. A hidrát a és a lúg b egyensúlyi koncentrációi az aluminátlúg kiindulási koncentrációjának függvényében



4. ábra. A kausztikus molviszony változása valamennyi kísérlet figyelembevételével

Az 1. és 2. ábrák alapján nyilvánvaló, hogy a hidrátban meghatározott cinktartalomnak egyensúlyi koncentráció felel meg az oldatban. Az egyensúly grafikus ábrázolásával egy Langmuir-izotermára emlékeztető görbét kaptunk *(5. ábra)*. Hogy feltételezésünk jogos, azt alá kell támasztanunk a Langmuir-izoterma kiindulási feltételeivel.



5. ábra. A cink adszorpciós izotermája 50 C°-on

A hidrát felületének végességét bizonyítja, hogy a kapott görbe telítettségi jelleget mutat. Az elmélet másik feltevése, azaz a reverzibilitás bizonyítása üzemi aluminátlúgban való visszaoldással nem végezhető el az újonnan kiváló hidrátnak cink megkötő hatása miatt. Ezért a visszaoldódásokat különböző oldatokban részben az üzemi aluminátlúghoz hasonló kémiai hatású oldószerekben vizsgáltuk (lásd 2. táblázat 3. oldószer).

Radioaktív cinkkel telített hidrátból 2,5 g-ot 200—200 ml oldószerrel huzamosabb ideig ráztunk. A fázisok elkülönítése után mértük a folyadék aktivitását. A hidrátot súlymérés után ismét friss oldószerrel hoztuk érintkezésbe és hasonlóan vizsgáltuk. A mért impulzusokat koncentrációra számoltuk át és az egyes lépcsőkben a hidráton visszamaradt cink mennyiségét a *2. táblázatban*

2. táblázat

A hidrát cinkkoncentrációjának változása különböző oldószerekben

Oldószer	Koncentráció 10^{-6} g cink/g hidrát			
	I.	II.	III.	IV.
1. Deszt. víz	75,0	75,0	74,5	—
2. 1 n HCl	66,9	64,0	61,8	59,0
3. 150 g/l Na_2O*	68,8	52,3	57,9	52,8
4. 1 : 1 NH_4OH	72,0	70,5	69,4	68,8
5. 120 mg [1 $Na_2Zn(OH)_4$]	72,8	72,8	71,4	70,7

*A 3. oldószerben a hidrát gyengén oldódott

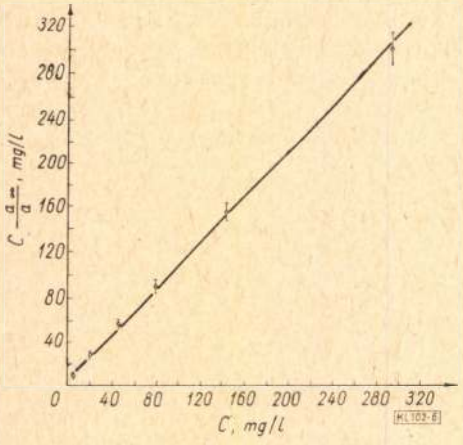
foglaltuk össze. A hidrát összes — aktív és inaktív — cinktartalma $75 \cdot 10^{-6}$ g/g volt.

A táblázatból egyértelműen megállapítható, hogy a megkötött cink deszorbeálódik.

A Langmuir-izoterma analitikus alakja

$$\frac{a}{a_\infty} = \frac{b \cdot c}{1 + b \cdot c}$$

ahol b konstans, a a szilárdfázis egyensúlyi komentrációja, a_∞ az adszorpciós kapacitás, c a folyékony fázis egyensúlyi koncentrációja.



6. ábra. A Langmuir-formula alkalmazhatóságának ellenőrzése

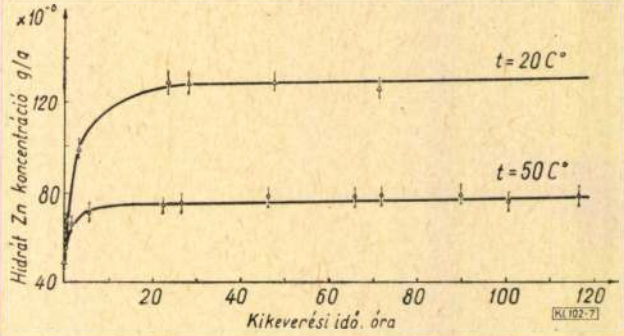
Annak igazolására, hogy mérési adataink a fenti analitikus alakkal előállíthatók, eredményeinket

$$c \frac{a_\infty}{a} = \frac{1}{b} + c$$

alakban ábrázoltuk [3]. Amint az a *6. ábrából* látható, a mérési pontok egyenesen fekszenek, melynek tengelymetszetéből határoztuk meg a b konstanst. A kikeverési folyamatban a cink viselkedését az alábbi összefüggés egyértelműen leírja :

$$a = 97.10^{-6} \frac{0.12c}{1 + 0.12c}$$

A cink megkötődése a hidráton a hőmérséklettől függ. A *7. ábrából* látható, hogy azonos kiindulási koncentrációkon (0,075 g/l) végezve a kikeverést 20 C°-on a hidráton kb. kétszer több cink kötődik meg, mint 50 C°-on.



7. ábra. A hidrát cinktartalmának változása különböző hőmérsékleten

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy a jelenlegi kikeverési eljárásban a timföldhidrát cink szennyezettsége 0—120 mg/l tartományban erősen függ az aluminátlúg cinktartalmától. Az esetleges hőmérsékletcsökkenések a hidrát cink szennyezettségét növelik.

Feltételezhetően a timföld egyes szennyezői a cinkhez hasonlóan viselkednek, melyek vizsgálatából levont módosítások következményeként a timföld tisztasági fokának javulása várható.

Összefoglaló

Radioaktív indikációs módszerrel vizsgáltuk a cink viselkedését aluminátlúgok kikeverési folyamatában változó kezdeti cinktartalom mellett. A kísérleteket üzemi aluminátlúggal, a jelenleg használatos kikeverési munkamódszerrel konstans hőmérsékleten végeztük Megállapítottuk, hogy a cink egy hányada a hidráton megkötődik. Azt találtuk, hogy a megkötődés leírható a Langmuir-izotermával.

Köszönetünket fejezzük ki *Lovasi Józsefnek* a polarográfiás vizsgálatok elvégzéséért, valamint az Almásfüzitői Timföldgyárnak az elemzési adatok rendelkezésre bocsátásáért.

IRODALOM

[1] *Perczel Á.—Miklós I.:* Bauxit Zn-tartalmának szerepe a Bayer-timföldgyártás termékeiben és a fém alumíniumban. A Fémipari Kutató Intézet Közleményei IV. 103—15 (1960).

[2] *Bujdosó É.—Imre A.:* Anyagáthaladási viszonyoknak vizsgálata Dorr-rendszerű ülepítőben radioaktív izotóp segítségével. Kohászati Lapok 95, 81—88 (1962).

[3] *Szalay S.:* Vizsgálatok nagy automsúlyú kationok adszorpciójára humusz kolloidokon. MTA III. Oszt. Közl. IV. 327—43 (1954).

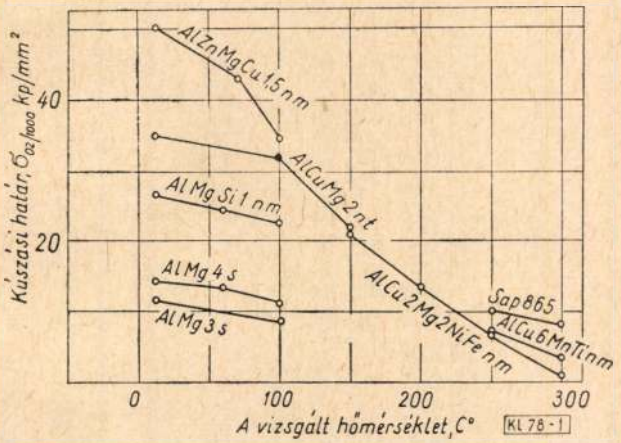
Az alakítható alumíniumötvözetek kúszási tulajdonságai 20 és 300 C° között*

WELLER, JOACHIM — KÄHLING, G. — REMAHNE, S.
Intézet Ipari anyagoknak Könnyű szerkezetekhez Gazdaságos felhasználására (IfL), Dresden—Pirna

Dk 669·716:621·78:620·17

Bevezetés

Az IfL-nek az volt a feladata, hogy saját laboratóriumban végzett kísérletek eredménye alapján áttekinthető képet adjon. Ezért a kúszási tulajdonságokat mind szoba-, mind mérsékelten megnövelt hőmérsékleten vizsgáltuk és többek között kritikailag értékeltük az AlZnMg-ötvözetek újabb fejlődését is. A nagyobb hőmérsékleteken azoknak az anyagoknak a felhasználására fordítottunk elsősorban nagyobb figyelmet, melyek a Szovjetunióban szabványosak.



1. ábra. Sajtolt alumíniumtermékek kúszási határának összehasonlítása a 20 és 3000 C° közé eső hőmérséklet-tartományban

n = nemesített; *s* = sajtolt; *t* = természetesen öregített; *m* = mesterségesen öregített; • = 360 órás melegítés a vizsgálat hőmérsékletén; ○ = 20 órás melegítés a vizsgálat hőmérsékletén

A tartós statikus húzóigénybevételhez tartozó szilárdsági tulajdonságok kritikai összehasonlításához mérőszámként a $\sigma_{0,2/1000}$ kúszási határt használjuk. A kiértékeléshez és értelmezéshez az irodalmi adatokat is figyelembe vettük.

A kísérleti eredmények nagy részét az *1.* és *2. ábrák* szemléltetik. A vizsgált anyagok kémiai összetételéről, a félkésztermékek méreteiről, az anyagok állapotáról és szokásos szakítóvizsgálattal meghatározott szilárdsági jellemzőiről az *1. táblázat* ad felvilágosítást. Az F, G, H, I és J jelű anyagokat kísérleti anyagként a Bitterfeld-i VEB Elektrochemisches. Kombinat gyártotta és adta át az IfL-nek. Az N és P jelű anyagok különleges gyártásból származnak. Ezeket az A, D, K, L és O jelű kereskedelmi minőségű anyagokkal együtt a Leipzig-i Institut für Stahlbau u. Leichtmetallbau felkérésére vizsgáltuk. A részben importált többi anyag az IfL kísérleti programjába tartozott.

Az anyagok összehasonlításának biztosítására a vizsgálatokat két csoportra osztottuk fel, nevezetesen a 150 C°-nál kisebb és a 150 C° és 300 C° közé eső hőmérsékleteken végzett vizsgálatokra.

A 150 C° (-nál kisebb hőmérsékleten vizsgált alumíniumanyagok

Nem nemesíthető anyagok

(A B K és L)

Az irodalom alapján többszörösen ismert, hogy az alumíniumhoz ötvözött magnézium a melegszilárdságot és a kúszási tulajdonságokat széles hőfokközben javítja [1]. A legerőteljesebb hatás a közepesen megnövelt hőmérsékleteken észlelhető. A mintegy 2,5—5% magnéziumot tartalmazó AlMg-ötvözetek kúszási hajlama szobahőmérsékleten *(SzH)*, ezért mind lágy, mind sajtolt állapotban igen csekély, amit az bizonyít, hogy a

$$\sigma_{0,2/2000}\ (SzH) \text{ és } \varrho_{0,2}(SzH)$$

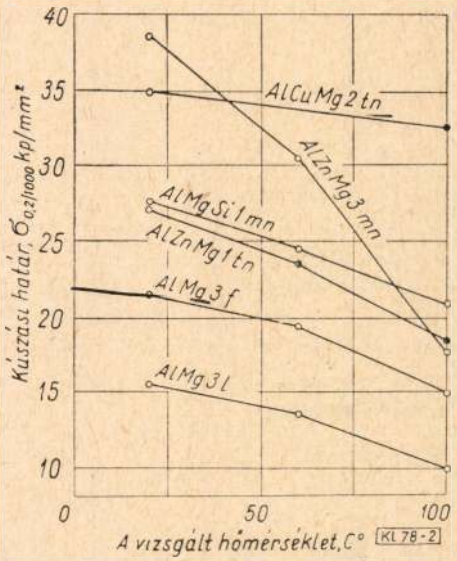
aránya = 0,92.

Az *AlMg*-ötvözetek (Peraluman-50, lágy) megengedett tartós igénybevételére *Burg* [2] az alábbi tartósterheléseket javasolja:

26 C°-ra ..... 1,0 $\sigma_{0,2}$
100 C°-ra ..... 0,75 · $\sigma_{0,2}$
130 C°-ra ..... 0,5 · $\sigma_{0,2}$

Az $AlMg_3$-lemezekre nyert eredmények alapján az IfL javaslata az alábbi:

20 C°-on ..... 0,9 · $\sigma_{0,2}$
60 C°-on ..... 0,8 · $\sigma_{0,2}$
100 C°-on ..... 0,6 · $\sigma_{0,2}$



2. ábra. Alumíniumötvözetekből készült lemezpróbatestek kúszási határa a 20 és 100 C° közé eső hőmérséklet-tartományban

l = lágy; *f* = félkemény; *t* = természetesen öregített; *m* = mesterségesen öregített; • = 360 órás előmelegítés a vizsgálat hőmérsékletén; ○ = 20 órás előmelegítés a vizsgálat hőmérsékletén

* Előadásként elhangzott 1963. május 7-én az OMBKE által rendezett Alumínium Konferencián.

1. táblázat

A kísérleti anyagok műszaki adatai

Anyagfajta	Félkésztermék fajtája	Félgyártmány mérete, mm	Anyagállapot	Ötvözőelem az Al-ban											Szakítóvizsgálattal meghatározott jellemzők			
				Cu	Mg	Zn	Si	Mn	Ni	Fe	Ti	Cr	Zr	V	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ_5	δ_{10}
				%											kp/mm²		%	
A AMg3	Idomok	80×40×6	Sajtolva	—	2,8	—	0,3	0,2	—	0,3	—	—	—	—	22,2	12,3	20	—
B AlMg4		50×50×5		—	3,8	—	0,1	0,3	—	0,2	—	—	—	—	26,3	14,4	27	—
C AlCuMg2	Rudak	22∅	Természetesen öregítve	4,2	1,3	—	0,6	0,6	—	0,3	—	—	—	—	52,0	36,5	16	—
D AlMgSi1		20∅	Mesterségesen öregítve	—	1,1	—	0,7	0,5	—	0,3	—	—	—	—	32,0	30,0	15	—
E AlZnMgCu1,5		15 és 20∅		1,5	2,4	5,5	0,2	0,2	—	0,3	—	0,2	—	—	62	58	10	—
F AlCu2Mg2NiFe		15∅		2,3	1,7	—	0,1	—	1,2	1,3	0,1	—	—	—	43	27	23	—
G AlCu2Mg2NiFeZr		15∅		2,3	1,7	—	0,1	—	1,2	1,3	0,1	—	0,2	—	48	34	15	—
H AlCu6MnTiMg		15∅		6,1	0,3	—	—	0,6	—	—	0,2	—	—	—	43	35	10	—
I AlCu6MnTi		15∅		6,1	—	—	—	0,6	—	—	0,2	—	—	—	41	27	12	—
J AlCu6MnVZr		15∅		5,6	—	—	—	0,3	—	0,1	—	—	0,2	0,1	48	35	17	—
K AlMg3	Lemezek	1 vastag	Lágy	—	3,3	—	0,3	0,1	—	0,3	—	—	—	—	22,5	16,7	—	16
L AlMg3		2 vastag	Félkemény	—	2,7	—	0,3	0,1	—	0,3	—	—	—	—	25,7	21,7	—	14
M AlCuMg2		8 vastag	Természetesen öregítve	4,6	1,4	0,1	0,3	0,7	—	0,3	—	—	—	—	47,9	35,5	—	17
N AlZnMg1		6 vastag		—	1,2	4,8	0,4	0,5	—	0,3	—	0,4	—	—	38,9	28,5	—	25
O AlMgSi1		1 vastag	Mesterségesen öregítve	—	1,2	—	1,0	0,8	—	0,3	—	—	—	—	35,6	30,0	—	24
P AlZnMg3		6 vastag		—	2,6	5,3	0,6	0,6	—	0,2	—	0,4	—	—	47,2	43,0	—	9
R AlZn6Mg3Cu0,5	Lap	40 vastag		0,5	3,1	5,8	0,2	0,2	—	0,3	—	0,1	—	—	57	54	—	6
S SAP865	Rúd	50∅	Sajtolva	Al_2O_3		15,3	Fe	0,4							35,1	25,3	11	—

Javaslatunk szerint ezeket az értékeket nem szabad túllépni.

A félkemény AlMg-anyagokra vonatkozóan végleges támpontok még nem adhatók meg. A 2. ábra ugyan azt mutatja, hogy a félkemény AlMg3, L-anyag görbéje a lágy anyagéhoz képest csak alig valamivel meredekebb, viszont lehetséges, hogy hosszabb ideig tartó igénybevételeken a viszonyok lényegesen eltolódhatnak. Elsősorban a félkemény AlMg5) használatakor van szükség különös elővigyázatosságra. Az IfL-ben megállapítottuk [3], hogy az ilyen anyagból készített próbatestek kúszási határa 100 C°-on a lágy anyag kúszási határánál is kisebb lehet. A félkemény AlMg-anyagokból húzó igénybevétel hatására már aránylag kis hőmérsékleteken is erőteljes Al_3Mg_2 kiválás indulhat meg, sőt *Brennernek* azt is sikerült kimutatnia [4], hogy hidegen alakított AlMg-ötvözetek szobahőmérsékleten is, 4 év után, minden igénybevétel nélkül erős különválási jelenségeket mutatnak. Ezek a folyamatok a szakítószilárdságot alig, a 0,2-folyáshatárt azonban jelentősen csökkentik.

Szobahőmérsékleten nemesedő anyagok (kiinduló állapot) (O, M és N)

Az AlCuMg-ötvözetekkel kapcsolatban már Welter [5] is felhívta a figyelmet arra, hogy szobahőmérsékleten és $0{,}9 \cdot \sigma B$ feszültségnek (a szakítószilárdság 90%-ának) megfelelő terhelésen a próbatest szakadása már 1 napos igénybevétel után bekövetkezhet, az $1{,}3 \cdot \sigma_{0{,}2}$-nek megfelelő igénybevételeken viszont még 1 év után sem következik be szakadás.

Erre az ötvözettípusra vonatkozóan *Burg* [2] a szakadás veszélye nélkül tartósan alkalmazható terheléseket az alábbiak szerint adja meg :

26 C°-ra	$1{,}0 \cdot \sigma_{0{,}2}$
100 C°-ra	$1{,}0 \cdot \sigma_{0{,}2}$
130 C°-ra	$0{,}6 \cdot \sigma_{0{,}2}$

A megengedett terhelésekkel kapcsolatban mindenesetre megjegyzi még azt, hogy biztonsági okokból szerkezeti elemekkel a $\sigma_{0{,}2}$-folyáshatárt gyakorlatilag nem szabad túllépni.

Az AlCuMg-ötvözetekkel (C és M) az IfL-ben végzett vizsgálatok során a lényegesebb kiválási folyamatok elkerülésére a próbatesteket a kúszásvizsgálatok alkalmával 360 órán át 100 C°-on előmelegítettük, miáltal közel mesterségesen öregített állapotba kerültek. Az ilyen előmelegítés az AlCuMg2 ötvözet szilárdsági tulajdonságait nem rontotta. Az ilyen próbatestek 1000 órás tartós igénybevétel és az előbb leírt előmelegítés után szobahőmérsékleten a kiinduló állapothoz képest azonos szakítószilárdságot és valamivel nagyobb 0,2-folyáshatárt mutattak.

Hosszú ideig tartó melegítéskor — egyébként egyidejű igénybevétel nélkül — 100 C°-on csak 360 napnál hosszabb idő után lehet túlöregedésre számítani [6]. Ha a képlékeny alakváltozást 1000 óra után 0,2% alatt akarjuk tartani, akkor az IfL javaslata szerint az alábbi terheléseket nem szabad túllépni :

20 C°-on	$0{,}95 \cdot \sigma_{0{,}2}$
100 C°-on	$0{,}9 \cdot \sigma_{0{,}2}$

A 150 C°-ra vonatkozó értéket — melyet az 1. ábrában feltüntettünk — olyan próbatesteken határoztuk meg, melyeket — amint egyébként a kúszásvizsgálatok folyamán általánosan szokásos — a kúszásvizsgálat megkezdése előtt a vizsgálati hőmérsékleten 20 órán át csekély előterhelés alatt tartottunk. Ezzel mesterségesen öregített állapotot értünk el és a 150 C°-on 1000 órán át tartó igénybevételen túlöregedés következett be. Ezt azzal sikerült megállapítani, hogy szobahőmérsékleten a szakítószilárdság a kiinduló szakítószilárdságnak csak 80%-át tette ki (3. táblázat).

Az 1. ábrán a 150 C°-ra vonatkozóan megadott adat, tehát ezért szigorúan csak a megadott vizsgálati körülményekre érvényes. 150 C°-os felhasználáskor a szilárdsági méretezéskor mindenesetre ajánlatos nagy biztonsággal dolgozni, mivel 26 kp/mm² igénybevételen már igen rövid idők után (1 óra) szakadás következhet be [7].

Ott, ahol 150 C°-on igen hosszú ideig tartó hőhatás várható, az anyag teljes kilágyulására lehet számítani. Ilyenkor *Irmann* és *Müller* [8] vizsgálati eredményei szerint csak 7 kp/mm²-nél kisebb igénybevételek engedhetők meg. Az öregített AlCuMg-ötvözeteket általában csak 130 C°-ig ajánlatos használni, miután *Irmann* [6] észlelései szerint csak eddig a hőmérsékletig jelenthető ki biztonsággal az, hogy 1 évig tartó melegítés alatt — mindenesetre igénybevétel nélkül — a 0,2-folyáshatár nem fog csökkeni.

Az *AlZnMg1*, N próbatesteket ugyanazon meggondolások alapján, mint amelyeket már az előbb tárgyaltunk, 360 órán át 60 és 100 C°-on előmelegítettük. Ekkor megállapítottuk, hogy a túlöregedés első jelei a 100 C°-os előmelegítés és 1000 órás igénybevétel után mutatkoznak, miután többek között a szobahőmérsékleten mért szakítószilárdság is mintegy 5%-kal csökkent. Ezért meg kell még vizsgálni azt, hogy ennek a túlöregedésnek mekkora a rontó hatása akkor, ha az igénybevétel időtartama 1000 óránál hosszabb. Egyelőre ezt az enyagot nem ajánlatos 60 C°-nál nagyobb hőmérsékleten tartós igénybevételnek kitenni.

Mesterségesen öregített anyagok (D, E, O, P és R)

Az IfL tapasztalatai szerint 1000 órás igénybevétel és 0,2% megengedett képlékeny alakváltozáskor az AlMgSil, D és O-ötvözeteknek a megengedett legnagyobb igénybevételei — biztonsági tényező figyelembe vétele nélkül — az alábbiak lehetnek :

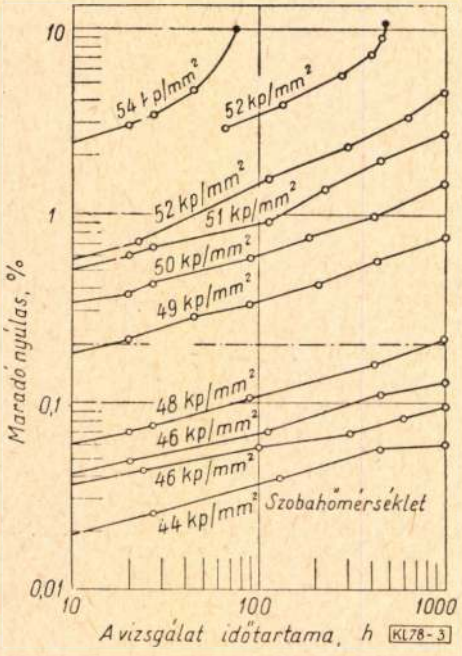
20 C°-on	$0{,}85\sigma \cdot_{0{,}2}$
60 C°-on	$0{,}75\sigma \cdot_{0{,}2}$
100 C°-on	$0{,}65\sigma \cdot_{0{,}2}$

Az 1000 óránál hosszabb igénybevételekre vonatkozóan a legnagyobb megengedett feszültségek együtthatóit valamivel kisebbekkel kell helyettesíteni, melyek *Burg* [2] szerint az alábbiak lehetnek :

26 C°-ra ..... $0{,}7 \cdot \sigma_{0{,}2}$
100 C°-ra ..... $0{,}5 \cdot \sigma_{0{,}2}$
130 C°-ra ..... $0{,}3 \cdot \sigma_{0{,}2}$

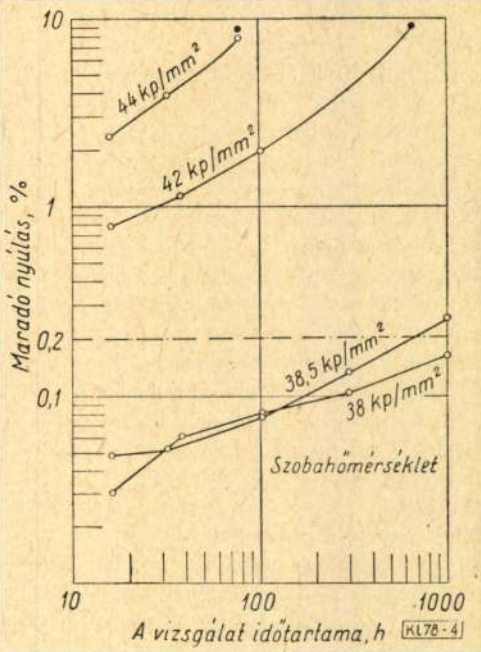
Weelinger, Keil és *Maier* [9] AlMgSil anyagra azt találták, hogy a $\sigma B/_{10\,000}$ 100 C°-on 20 kp/mm² ($\sim 0{,}6 \cdot \sigma_{0{,}2}$), 180 C°-on pedig 7 km/mm² ($\sim 0{,}2 \cdot \sigma_{0{,}2}$). Eszerint a 100 és 180 C° közé eső hőmérséklettartományban a kúszási határ erős csökkenése tapasztalható, amiért tisztán szilárdsági szempontok miatt az AlMgSil 100 C°-nál nagyobb hőmérsékleteken már csak feltételesen használható.

A mesterségesen öregített *AlZnMg* P és *AlZnMgCu* E és R anyagokat a szobahőmérsékleten szokásos szakítókísérlettel meghatározott szilárdság alapján nagyszilárdságú alumíniumanyagoknak nevezik. Ezeknek az anyagoknak a szokásos szakítókísérlettel mért 0,2-folyáshatára alig kisebb a szakítószilárdságnál. Az IfL-ben megállapítottuk, hogy hengerelt termékek terhelésekor a $\sigma_{0{,}2}$-nek megfelelő terhelések szobahőmérsékleten is már aránylag rövid idő után a próbatest szakadására vezethetnek. Erre mutat be két példát a *3.* és *4. ábra.*



3. ábra. Melegen öregített AlZn6Mg3Cu0,5-lemezekből (Angliában LC-WP) kimunkált próbatestek kúszási görbéi szobahőmérsékleten (oldó hőkezelés után kb. 2 %-kal nyújtva). A szokásos szakítóvizsgálattal meghatározott adatok az 1. táblázatban (R) láthatók
• = szakadás

Az AlCuMg2 *AlZnMgCu* 1,5 összehasonlításakor *Flanigan, Tedsen* és *Dorn* [10] ki tudta mutatni, hogy az 1000 órás terheléshez tartozó tartós szilárdság ($\sigma B/_{1000}$) szempontjábólaz AlZnMg Cul,5



4. ábra. Melegen öregített AlZnMg3-lemezből készült próbatestek kúszási görbéi szobahőmérséékleten. (Normál szakítóvizsgálattal meghatározott értékeket lásd 1. táblázat [P])
• = szakadás

már 90 C°-on sem biztosít előnyt az AlCuMg2-ötvözethez képest. A $\sigma_{0{,}2}/_{1000}$) terheléseknek az 1. ábrában bemutatott összehasonlításkor a viszonyok az AlZnMgCu 1,5-ötvözet szempontjából valamivel előnyösebbek.

A 100 C°-os vizsgálati hőmérsékleten végzett 1000 órás előmelegítés nem okozta a szakítószilárdság megváltozását, a 0,2-folyáshatárt pedig csekély mértékben emelte [11]. Hasonlóak a viszonyok az AlZnMgCu 0, 5 ötvözettel is, és *Man* [12] feltételezi, hogy az AlZnMgCu-anyagok mérsékelten megnövelt hőmérsékleteken mutatkozó erős kúszási hajlama arra vezethető vissza, hogy a túlöregedés húzóigénybevétel hatására gyorsítva játszódik le. Így például meg lehetett állapítani, hogy 100 C°-on az arányossági határba eső terhelések már 150—400 óra igénybevételkor a próbatestek szakadására vezethetnek. Ezeket az anyagokat tehát 50 C° fölött használni nem ajánlatos.

A hosszabb ideig tartó nyugvó terhelések és mérsékelten megnövelt hőmérsékletek iránt különösen erősen érzékeny az AlZnMg3-ötvözet, P.

Az IfL egyik korábbi munkájában [3] sikerült megállapítani, hogy a nagy kúszási hajlamot többek között a kiválási folyamatok idézik elő. Ennek az anyagnak a használatát csak ott ajánlhatjuk, ahol a hőmérséklet a szobahőfok fölé említésre méltó mértékben nem emelkedik.

Folytatjuk

Radioaktív izotópokkal szerzett adatok a folyékonyacél viselkedéséről üstben, légköri nyomáson és vákuumban

PŐCZE LÁSZLÓ—FÖLKL OTTÓ
Csepel Vas és Fémművek, Radióizotóp Laboratórium

Dk 669.18.083.4

A csapolás után az üstben levő folyékony acélban még különböző jellegű folyamatok játszódnak le, melyek szervesen hozzátartoznak az acélgyártás folyamataihoz. Az acél pihentetése alkalmával két jellemző fizikai változás az uralkodó. Az első az acél hűlése, amely annál gyorsabb, minél kisebb az üst térfogata és az acél súlya [1], második az, hogy a fajsúlybeli különbségek folytán az acél nemfémes szennyezői a folyékony fázisban felfelé haladnak, így jelentős tisztulási folyamat alakul ki. Az acél pihentetési idejét az adag súlyán és az üst előmelegítési hőmérsékletén kívül a csapolási hőfok s az öntéshez szükséges hőmérséklet szabja meg, s ez általában 10—15 perc.

Ha az acél vákuumozásra kerül, lényegesen más folyamatok indulnak meg a vákuum hatására a folyékony acélban [2]—[4].

Munkánk célja az volt, hogy a fizikai és kémiai folyamatok magyarázata nélkül összehasonlító vizsgálatokat végezzünk a nyugvó üstben levő acél áramlási viszonyaira, valamint vizsgáljuk a vákuumozás hatását ebből a szempontból.

Célszerűnek mutatkozott a nyugvó üst áramlási viszonyait vizsgálni, mert ez a hőeloszlás szempontjából is, másrészt az üstben való ötvözés és dezoxidáció miatt figyelmet érdemel. Az áramlás hátráltathatja a salakos részek felszállását, kis áramlás pedig az üstben való ötvözés során a később beolvadt részek homogenizálódását már nem segíti elő.

A vákuum hatása az elméleti fejtegetések szerint [4], [5] csak a folyékony fázis felső részére terjed s az alsóbb részek csak diffúzió útján adják le gáztartalmukat. A fürdő alul mintegy teljesen nyugalomban van. Az üstbe juttatott radioaktív anyag eloszlási ideje, azaz a teljes homogenizálódás jellemző az üst áramlási viszonyaira. Az ilyen vizsgálatok alapján következtethetünk a vákuumozás hatására, mely az eloszlási viszonyokat feltétlenül befolyásolja.

A kísérletek leírása

A vizsgálatokat 15 t-s üstben kb. 8 t golyóscsapágy [GO3] minőségű acéllal végeztük. A viszonyokat úgy választottuk meg, hogy időfüggvényt mérhessünk nyugvó üstben a vákuumozás idejének megfelelő körülmények között. Így az öntés kezdetét 0—20 perc között változtattuk. A vákuumozás ideje általában 8—10 perc. A mintavétel 4—5 percenként követte egymást, ahogyan egy-egy tuskó leöntése után a csökkentett sugárból mintát vettünk. A mintát próbakokillába öntöttük. Minden alkalommal két kokillában készítettünk próbatestestet. Így azonos geometriájú mintákat kaptunk. A próbatestek aktivitását nagyoló megmunkálás után mértük.

Izotópul Cu^{64}-t használtunk. Felezési ideje: 12,8 óra. Sugárzása: β: 0,57 MeV, β^+: 0,66 MeV, γ: 1,34 MeV.

A rezet találtuk legalkalmasabbnak ezekhez a mérésekhez mind kohászati-gyártási, mind méréstechnikai szempontból.

Néhány kísérletet végeztünk P^{32}-es és W^{185}-ös izotópokkal is.

A kísérletet két csoportban végeztük:

1. Csapolás után a nyugvó üstben végbemenő áramlási és kavarodási viszonyok tanulmányozására.

2. A folyékony acél üstben való vákuumozása alatt bekövetkezett keveredés, illetve homogenizálódás mérése azonos módon, mint a nyugvó üstben.

Az izotópot minden alkalommal a csapolás után a salakréteg alá juttattuk. Az aktivált rézreszelék egy alumínium tömbben volt, csavaros fedéllel lezárva. Az aktivititást úgy választottuk meg, hogy kb. 1—2 mC/t legyen.

A vákuumos vizsgálat során három alkalommal a vákuumkamra lezárása előtt közvetlenül helyeztük be az üstbe az izotópot, míg egy alkalommal a 4. kísérletkor már vákuumozás közben a dezoxidáló anyaggal együtt került az izotóp a folyékony acélba. Az időt az izotóp behelyezésétől mértük.

Nyugvó üstben végzett vizsgálatok — *1. táblázat*

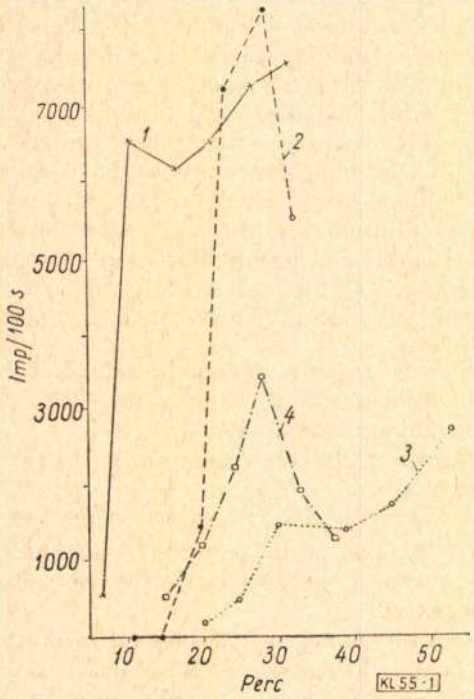
Öntés kezd.	I. 1'30''			II. 6'0''			III. 15'0''			IV. 11'0''		
	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s
	p	s		p	s		p	s		p	s	
1.	6	40	512	10	35	—	19	50	160	15	10	433
2.	10	42	6552	14	40	—	23	40	439	19	45	653
3.	16	37	6189	19	20	1433	29	50	1454	24	30	2243
4.	21	41	6552	23	50	7259	39	00	1366	28	05	3385
5.	27	00	7286	27	55	8305	45	00	1695	32	50	1856
6.	32	38	7538	31	40	5478	52	40	2728	37	25	1260

p = perc
s = másodperc

A vizsgálatok eredménye

Nyugvó üstben végzett vizsgálatok

A vizsgálatok eredményét az *1. táblázat* és az *1. ábra* mutatja. Az öntés megkezdése és az izotóp beadása között eltelt időt igyekeztünk úgy megválasztani, hogy azonos legyen a vákuumozási viszonyokkal. Ezt azonban befolyásolta az acél csapolási hőmérséklete. Így egy alkalommal vártunk 15 percig, míg a többi esetben gyorsabban került sor az öntésre.



1. ábra. Nyugvó üstben végzett vizsgálatok
1, 2, 3, 4 = a kísérlet sorszáma

Az első kísérlet során egész rövid ideig vártunk csak, mert szerettük volna azt a legrövidebb időt mérni, amikor még nem kapunk aktivitást. Sajnos ezt mintavételi nehézségek miatt nem sikerült megvalósítani.

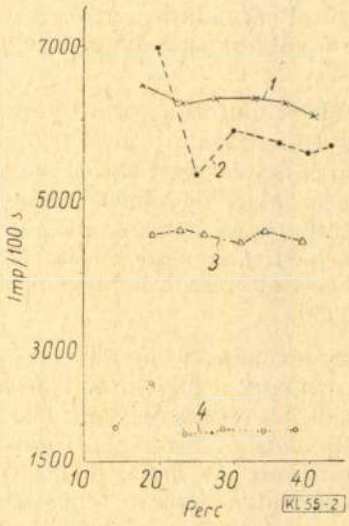
Az eredményekből az látszik, hogy az üstben nyugvó állapotban számottevő mozgás nincs. A III. sz. kísérlet szerint, ahol 15 perc telt el az izotóp beadása és az öntés megkezdése között, az első minta kevés aktivitást mutat. Ez a megfigyelés, illetve tapasztalat ellentétben áll azzal az elterjedt elképzeléssel, hogy az üst konvekciós hőmozgása, mely a falak hűtőhatásának következtében lép fel, jelentős.

Jelentős mérvű keveredést a 2-es és 3-as próbák mutatnak. Ekkor már az öntés következtében fellépő örvénylő mozgás hatására nagyobb mérvű keveredés jön létre.

A kapott adatok alapján azonban az üstben való ötvözéshez van hozzáfűzni való. Ha a csapolás közben beadott ferroötvözet, mely nagyobb fajsúlya következtében gyorsan alászáll, nem olvad meg elég gyorsan, akkor a további homogén eloszlás igen nehezen megy. Előfordulhat a különösen nehezebben diffundáló elemekkel 20—30 pontos különbség is az egyes tuskók összetételében. Ez a különbség már a szilárdsági értékeket is jelentősen befolyásolja.

Vákuumozás után végzett vizsgálatok

A vizsgálatok eredményeit a *2. táblázat* és a *2. ábra* mutatják. A kapott eredmények szerint a vákuumozás által előidézett alapos fürdőmozgás biztosítja a homogén eloszlást a fürdőben. A II. és IV-es görbe kiugró értékeit nem lehet magya-



2. ábra. Vákuumozás után végzett vizsgálatok
1, 2, 3, 4 = a kísérlet sorszáma

2. táblázat

Vákuumozás után végzett vizsgálatok

Öntés kezd.	I. 13'20"			II. 15'15"			III. 14'25"			IV. 9'20"		
	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s	Mintavétel ideje		Imp / 100 s
	p	s		p	s		p	s		p	s	
1.	18	10	6450	20	10	6983	18	35	4508	13	55	1978
2.	23	00	6240	24	47	5321	22	40	4662	18	35	2599
3.	27	30	6350	30	17	5882	26	15	4511	23	30	1833
4.	33	00	6329	35	55	5691	30	45	4438	28	20	1977
5.	36	50	6256	39	48	5604	34	10	4607	33	30	1888
6.	40	30	6023	43	15	5647	38	55	4443	37	15	1916

p = perc
s = másodperc

rázni. A többi értékek hibahatáron belül igazolják a tökéletes eloszlást. Ezek szerint a fürdő felső részébe adott mintegy 10 g-nyi anyag 3—5 torr minimális nyomáson a legalsó részbe is lejutott. Ez azt igazolja, hogy ez nem lehet csak diffúzió kérdése, hanem alapos fürdőmozgás okozza, mely fenéktől a felszínig mozgásban tartja a folyékony acélt.

Ezeket a vizsgálatokat kisméretű üstben 8 t anyaggal végeztük. A nagyobb üstök hasonló vizsgálata is érdekes lehet az üstben végzett ötvözés szempontjából. Vákuumozást nagyobb méretben hazánkban nem végeztek. A nagyobb méretű üstök vizsgálatára (40—130 t) a következőkben sor kerül. Az egyes kísérletekben az összaktivitási különbségeket a felhasznált izotópok különböző aktivitása okozta.

Összefoglalás

15 tonnás üstben vizsgáltuk az acélfürdő áramlási viszonyait. A folyékony acél mennyisége kb. 8 tonna volt. Megállapítottuk, hogy a nyugvó üstben levő acélban számottevő áramlás nincs. Jelentősebb áramlás az öntés miatt keletkezik s ez okozza az izotóp keveredését. A vákuumozás hatására nagy fürdőmozgás indul meg, mely teljesen elkeveri és homogenizálja a beadott izotópot.

Az első öntési próba már a teljes eloszlás tényét mutatja. A vákuumozás hatására tehát az acélfürdő fenéktől felfelé teljesen mozgásba jön.

Köszönetet mondunk *Szőke László* gyárrészlegvezető és *Kállai Endre* technikai csoportvezető munkatársaknak, akik az üzemi munkákban segítségünkre voltak.

IRODALOM

[1] *Neuhaus, N.—Kirschning, J.—Münstermann, W.:* Die Temperaturverluste des Stahles nach dem Abstich. Stahl und Eisen 1957. 23. 1660. o.

[2] *Kopineck, H. J.—Schulte, E.—Sickbert, A.:* Ergebnisse der Vakuumbehandlung unlegierter Stähle mit niedrigen Kohlenstoffgehalt. Stahl und Eisen 1962. 13. 846. o.

[3] *Samarin, A. M.:* Vacuum steelmaking. J. Iron and Steel Inst. 198. 1961. 131. o.

[4] *Szőke László:* Az acélok vakuumban való öntésének csepeli tapasztalatai. Kohászati Lapok. 1961. 4. sz. 151. o.

[5] *Verő József:* Acélok gáztalanítása vákuumban. Kohászati Lapok, 1959. 12. sz. 569. o.

Egyesületi hírek

A Vaskohászati Szakosztály 1964. I. 14-én vezetőségi ülést tartott.

Az ülésen résztvettek *Pilter Pál* elnök, *Szeless László* alelnök, *Óvári Antal* főtitkár, *Gruber Imre* titkár, *Latinák István*, *Mester István* csoportelnökök, *Bajzáth András*, *Horváth Gyula* csoporttitkárok, *Árkos Frigyes*, *Felföldi Zoltán*, *Martin Imre*, *Nagyenyedi József*, *Nagy Zoltán*, *Pőcze László*, *Szücs Endre*, *Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Bendula Gyula* és *Halász József* az ózdi csoport küldöttei.

Pilter Pál elnök üdvözlése után *Gruber Imre* titkár ismertette, hogy az 1963. évben 7 pályázat érkezett be három témakörben. A bírálat folyik s kb. január végére elkészül. Ezután *Visnyovszky László* ismertette, hogy eddig 12 tématerv alakult ki az 1964. évi pályázatra. A vezetőség rövid vitája után egy háromtagú bizottságot jelöltek ki a végleges pályázat témájának lerögzítésére.

Ezután *Felföldi Zoltán* ismertette az 1964. évi munkabizottságokra eddig kialakult helyzetet. A vezetőség a jelentést tudomásul vette és felkérte *Felföldi Zoltánt*, hogy *Martin Imre* vezetőségi taggal együtt a kapott szempontok szerint a legközelebbi, II. 17-ei vezetőségi ülésre készítse el a végleges tervet jóváhagyásra.

Az ülés 3. pontjaként *Pilter Pál* elnök előterjesztette javaslatát a vezetőség tagjai között a központi feladatok elosztására. Rövid vita után a következők alakultak ki.

Nemzetközi kapcsolat *Pőcze László*, oktatási felelős *Szőke László*, pályázat felelős *Visnyovszky László*, munkabizottság felelős *Felföldi Zoltán*, társegyesület összekötő *Nagyenyedi József*, vidéki csoport patronálók a következők: Salgótarján *Mándoki Andor*, Lenin Kohászati Művek és Dec. 4. Művek *Dévényi György*, Nehézipari Műszaki Egyetem *Kemény Kornél*, Ózdi Kohászati Üzemek és Borsodnádasd *Martin Imre*, Alapszabálymódosító bizottság *Visnyovszky László*, tagságnyilvántartás *Gruber Imre*, titkárhelyettes *Kondoray Egon*.

Ezután *Szeless László* ismertette a Gépipari Tudományos Egyesület által szerkesztés alatt levő műszaki almanach kohászati szerkesztésének feladatát, és *Kiszely Gyula* a Kohászat történeti Bizottság titkára felkérésére alakítandó bizottságra vonatkozó javaslatát.

A következőkben *Latinák István* a jól sikerült lengyelországi kovácstanulmány utat, *Martin Imre* pedig az NDK nemesacél tanulmányutat ismertette.

A napirend következő pontjában *Pőcze László* ismertette a külföldi kapcsolatok, tanulmányutak s hozzánk jövő látogatás 1964. évi tervét.

Ezután a vezetőség azon rendezvényeket tárgyalta meg, melyek tárgykörei a következők: Anyagmozgatási konferencia, Hengerelt félgyártmányok minőségi kérdései, Anyagvizsgáló Napok, Automatizálási konferencia, Acélgyártó konferencia, Hidegalakítási konferencia, Rugók és huzalok hengerlése. Az egyes témákra a vezetőség kijelölte a szervezésért felelősök személyét.

Végül a jelentkező új tagok közül 8 fő felvételét szavazták meg.

Ezután *Pilter Pál* elnök a részvételt megköszönve az ülést bezárta. *Á. F.*

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya keretében működő Kovács-tagozat 1964. jan. 7-én tartotta ez évi első klubnapját. Ez alkalommal *Janik József* (Csepel Művek) számolt be múlt év őszén lezajlott jugoszláviai kovácstanulmányútjáról. Három nagy gyár kovácsüzemében szerzett szakmai tapasztalatait beszámolója során színes élményekkel tarkította. Számos ábrával és sok műszaki adattal támasztotta alá előadását, melynek elhangzása után a hallgatóság több feltett kérdésére adott az előadó választ.

Latinák István

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályának Kovács szakcsoportja 1963. dec. 1-e és 14-e között a baráti Lengyelország kovácsiparának tanulmányozására szakmai kirándulást rendezett. A tanulmányút a lengyel testvéregyesülettel kötött megállapodás alapján jött létre. Ennek értelmében 1963-ban magyar kovácsszakemberek tanulmányozták a lengyel kovácsipart, 1964-ben pedig lengyel kovácsok jönnek a magyar kovácsipar megtekintésére.

A lengyel SIMP ustroni helyi szervezetének tagjai voltak a tanulmányút megszervezői. Gondos szervezőmunkájuk eredményeként az első megtekintett üzem Katowice közelében a Kuznia Ustron kovácsológyár volt, ahol *Pieczka Antoni* főmérnök irányította a gyárlátogatást és az ezt követő konzultációt. Ezt követően a 30 főből álló magyar csoport a Katowice melletti Zawadzkie-be utazott és a Huta im. gem. k. Swierczewskiego gyár kovácsüzemét tekintette meg. A gyár igazgatója, *Jakubowszky* kalauzolása nyújtott sok ismeretet.

A harmadik megtekintett kovácsüzem a Krakkó melletti Nowa Huta kovácsüzeme volt, ahol *Parvi, Ádám* Sopronban végzett kohómérnök vezette csoportunkat. Krakkóból autóbuszon Lublinba utaztunk, ahol a Lublin Autógyár kovácsüzemének megtekintése volt a szakmai program. A következő üzem Varsóban a Warszawa autógyár volt, ahol — kovácsüzem nem lévén — a hideg présmű és a végszerelde volt a látnivaló. Varsóból Gdanskba látogattunk, ahol a Stocznia Gdanska hatalmas hajógyárat és TMK kovácsüzemét tekintettük meg. Itt Dr. *Rudzinski* mérnök vezette csoportunkat. Ezután Poznanba utaztunk, itt H. C. P. Cegielski gépgyár kovácsüzemét mutatta be *Gecsei László* magyar származású mérnökkolléga.

A megtekintett kovácsüzemek általánosságban fejlett kovácskultúráról tettek bizonyságot, ezekben sok érdekes és tanulságos megfigyelnivalót láttunk. Sokszor tapasztaltuk a lengyel tagtársak vendégszeretetét és magyarok iránti szeretetét, amiért ezúton is köszönetet mondunk. A tanulmányutat magyar részről az IBUSZ, lengyel részről az ORBIS rendezte, a zavartalan programért e két irodát köszönet illeti.

Latinák István

Egyesületünk új tagjai

VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Budapest (központ)
Bánrévei László könyvvizsgáló,
Bebiák János technikus,
Benkő József technikus,
Boinka Barnabás technikus,
Bojtár Elemér gépészmérnök,
Buránszki Imre technikus,
Csohány Gyula kohómérnök
Dévényi György kohómérnök,
Egerszegi Piroska technikus,
Fazekas László technikus,
Fekete János kohómérnök,
Földi László kirend. vezető
Gáti Jenő kohómérnök,
Győri Gábor technikus,
Hegedüs József technikus,
Heksch György igazgató,
Holló Tiborné vegyészmérnök,
Horváth László könyvvizsgáló,
Javorcsik József főművezető,
Juhász Lászlóné technikus,
Kapsz Gábor gépészmérnök,
Keönch László kohómérnök,
Kisfaludy Antal kohómérnök,
Klucsik István technikus,
Kollár Medárd szerszámkészítő,
László Antal programos,
Longa Elemér könyvvizsgáló,
Mlinár György technikus,
Dr. Mossóczy Róbert közgazdász,
Paszternák Andor technikus,
Proszt Ervin kohómérnök,
Radó Gáspár technikus,
Ricz József technikus,
Rónai Imre technikus,
Rumi József technikus,
Sárkány József gépészmérnök,
Somogyi József kohómérnök
Somorjai József üzemvezető,
Soós György kohómérnök,
Szabó Antal technikus,
Szabó Sándor kovács-előadó
Szenner Iván technológus,
Szentesi János kohómérnök,
Szipka Károly kohómérnök,
Tiborcz Imre technikus,
Tüske Béla technikus,
Dr. Ujlaki Tamás könyvvizsgáló,
Ujváry János vegyész,
Varga Ferenc kohómérnök,
Varsányi Gyula közgazdász

Borsodnádasd
Csuhaj József technikus,
Dunaújvárosi csoport
Asztalos Tibor technikus,
Bozsik Imre kohógépész,
Böröndy Istvánné technikus
Farkas József technikus,
Fejes László gépészmérnök
Freistock Vilmos önt. gyárt. v.
Gádory István mérlegk. könyvelő
Gémes Ferenc kohómérnök
Greschner Ferenc gyártástervező
Hajdú András gyáregységvezető
Horváth Ferenc szerv. főelőadó
Horváth István technikus,
Kovács György mintaraktár vezető
Kőhalmi Kálmán kohómérnök
Kőhalmi Kálmánné kohómérnök,
Kulcsár Endre minőségi ellenőr
Libor István technikus
Lipics Tibor közgazdász,
Marton József közgazdász,
Dr. Monda Lajos jogász,
Mucsi Sándor technikus,
Müller László technológus,
Nagy Miklós Lajos kohómérnök,
Nyári György mérlegképes könyv.
Ötvös József csoportvezető,
Pozsgai Sándor mérlegképes könyvelő
Rétfalvi Pál gépészmérnök,
Schön József technikus,
Szabó Ferenc közgazdász
Szabó Zoltán technikus,
Szücs Kálmán technikus,
Szüts Ferenc villamosmérnök,
Tóth János technikus,
Varga Nándor technikus,
Vastag János technológus,
Závodi Imre igazgató,
Dr. Zsilinszky Rudolf vegyészmérnök

Győr
Védenyi Lajos technikus

Miskolci csoport
Bárczi Béla kohómérnök,
Csépányi Ferenc kohómérnök,
Csorba János kohómérnök,
Kardos Imre kohómérnök,
Lendeczky György technikus,
Lipták Sz. György könyvelő,
Zoltay Endre kohómérnök,

Ózdi csoport

Balogh Bertalan kohómérnök
Dallos József kohómérnök,
Jex Simon technikus,
Dr. Kasza Gyula közgazdász,
Kispap Ernő normatechnológus
Kovács Ignác közgazdász,
Lámer László technikus,
Lázár Jánosné technikus,
Puzsik Pál technikus,
Varga Dezső közgazdász,

Salgótarjáni csoport

Babus Gyula kohómérnök,
Bakacsi Gyula technikus,
Bella Gyula technikus,
Bodor István gépészmérnök,
Csapó Lajos technikus,
Gyurcsik Sándor gépészmérnök,
Hopka László kohómérnök,
Horváth József technikus,
Jobbágy Kálmán gépészmérnök,
Kiss Gábor gépészmérnök,
Kovács László technikus,
Maiczen József technikus,
Molnár József technikus,
Schréter Pál gyárrészlegvezető,
Szücs László gépészmérnök,
Tamás Gusztáv vegyész,
Tóth József 30. gépészmérnök,
Vágvölgyi Tivadar technikus,

Egyetemi csoport

Barna László egyetemi hallgató
Brezniczki János egyetemi hallgató
Czibere Valéria egyetemi hallgató
Fehér András egyetemi hallgató
Fülöp Antal egyetemi hallgató
Helesfai Ágnes egyetemi hallgató
Horváth István egyetemi hallgató
Kováts Miklós egyetemi hallgató
Kun Gábor egyetemi hallgató
Lövei Klára egyetemi hallgató
Mészáros József egyetemi hallgató
Pásztor Gedeon egyetemi hallgató
Polencsik József egyetemi hallgató
Ráday Gabriella egyetemi hallgató
Simon Béla egyetemi hallgató
Szentpétery Péter egyetemi hallgató
Timár Béla egyetemi hallgató

Szabványügyi hírek

A Szabványügyi Közlemények 1963. évi október havi számában a következő — kohászati tárgyú — szabványokat hirdették ki :

MSZ 3714—63 Alumíniumötvözet alakítás céljára, az MSZ 3714—52 helyett

*

A Magyar Szabványügyi Hivatal az alábbi szabványtervezeteket adta ki felszólalásra :

MSZ 29/1. lap T (63. IX.) Varratnélküli acélcsövek. Kereskedelmi minőségű acélcsövek. Műszaki követelmények, az MSZ 29—53 helyett

MST 29/2. lap T (63. IX) Szavatolt minőségű acélcsövek. Műszaki követelmények

MSZ 29/3. lap T (63. IX.) Különleges minőségű acélcsövek. Műszaki követelmények

*

1963. évi november havi számában az alábbi szabványok kerültek kihirdetésre :

MSZ 339—62 Melegen hengerelt betonacél, az MSZ 339—56 helyett

MSZ 21—62 Melegen hengerelt durvalemez és szélesacél ötvözetlen és gyengén ötvözött acélból. Műszaki előírások, az MSZ 21—50 és az MSZ 322—50 helyett

MSZ 21—62K Minőségek, együtt évényes az MSZ 21—62-vel (1962)

MSZ 105/18. lap-63 Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Szakítóvizsgálat 3 mm-nél vékonyabb huzalokon

MSZ 5999/1. lap-63 Technológiai vizsgáltok. Hajtogató vizsgálat huzalokon

MSZ 5999/2. lap-63 Tekercselő vizsgálat huzalokon

MSZ 5999/3. lap-63 Csavaró vizsgálat huzalokon

*

1963. évi decemberi számában az alábbi szabványok nyertek kihirdetést :

MSZ 10147—63 Húzott ovális acél

MSZ 10149—64 Húzott laposacél egy oldalán domború

MSZ 4742—62 Sodronykötél általános használatra. Műszaki szállítási feltételek és vizsgálat, az MSZ 5742—53 helyett

*

Az alábbi szabványtervezetet adták ki felszólalásra :

MSZ 7864 T (63. XII.) Acél durvalemezek ultrahang vizsgálata impulzus visszhang módszerrel

*

A közölt szabványtervezetek elleni felszólalási határidő — a más határidővel megjelöltek kivételével — a Magyar Szabványügyi Hivatal által minden hónapban kiadott Szabványügyi Közlemények megjelenésétől számított három hét. A felszólalásokat — megfelelő indoklással — a Magyar Szabványügyi Hivatalhoz kell benyújtani. *T. L.*

Helytelen — **helyes**

A *hivatkozott* tanulmányok utalnak a hengerelt huzal lágyításának szükségességére, *amely* bór hozzáadásakor, a szilíciumnak szilárd oldatból való kiválásával *kapcsolatos*, amerikai adatok szerint a vanádiumnak és titánnak *lekötése céljából*, ami a fém villamos tulajdonságát javítja. — Az **idézett** tanulmányok utalnak a hengerelt huzal lágyításának szükségességére. A lágyulás bór hozzáadásakor a szilíciumnak szilárd oldatból való kiválásával **következik be.** Amerikai adatok szerint a vanádiumot és titánt a bór **leköti**, ez a fém villamos tulajdonságait javítja. (Az első mondat túl hosszú és a gondolatot zavarossá teszi. Helyesebb a mondatot több részre bontani, mert ezáltal könnyebben érthetővé válik, hogy mit is akar a szövegező mondani. Az amely kötőszóval kezdődő mellékmondatról nem tudjuk, hogy a lágyításra, vagy a szükségességre vonatkozik-e ? Az sem tiszta, hogy az amerikai adatok mivel kapcsolatosak s mire utal a „céljából" kitétel ebben a mellékmondatban. A mondat szétbontása egyértelműséget teremt.)

Vannak azonban olyan vizsgálati tárgyak is, amelyek *a hangátsugárzás módszerének alkalmazását* követelik meg. — Vannak azonban olyan vizsgálati tárgyak is, amelyek a **hangátsugárzásos vizsgálatot** követelik meg.

Jó csatolási feltételek *esetén* a készülék 1 mm átmérőjű hibát világosan kimutat. — Jó csatolási feltételek **fennforgáskor** a készülék 1 mm átmérőjű hibát világosan kimutat. (Az esetén szót gyakran használják időhatározó helyett. Sokkal helyesebb a ragos névszó, mely a mikor, mióta stb. kérdőszóra jobb feleletet ad.)

Műszaki és gazdasági hírek

A **Szovjetunió** 1962-ben 41 600 t *kohóalumíniumot* és 5700 t alumíniumfélterméket szállított az NDK-ba.
Alumínium 1963. 12. sz.

*

Ausztráliában a Rio Tinto of Australia Ltd 1963. év végére befejezte a **Yennora-i** (Új Dél-Wales) *alumíniumfélterméket* gyártó üzem kiépítését. A beruházás egy fólia hengerművet, három 1500 és 3000 t-s rúdsajtót ölelt fel. A gyártott lemezeket hullámosítják s lakókocsikat építenek belőlük. A félterméket a Bell Bay-i kohóból kapják.
Alumínium 1963. 12. sz.

*

Olaszországban a **Genova-Cornigliano-i** Oscar Sinigaglia cég 1962. évben 1073 millió t *nyersvasat* és 1,74 millió t *folyékonyacélt* gyártott. A gyár jelenleg kokszolóműből, három nagyolvasztóból, hat SM-kemencéből, meleg és hideghengerműből, cink és ónbevonóműből áll. 1963-ban a folyékonyacél termelést kb. 3,0 millió t-ra tervezik.
St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Néhány adat az **olasz** *acéliparból* 1000 t-ban

	1961	1962
Vasércтermelés	1158	1098
Vasércfelhasználás	4314	5321
Kőszéntermelés	740	693
Koksztermelés	3897	4330
Kokszadagolás a nagyolvasztóba	1984	2379
Nyersvastermelés	3092	3583
Acélnyersvastermelés	2885	3354
Acélhoz használt nyersvas	3319	3654
Folyékonyacéltermelés	9124	9488
Ebből martinban termelt	4986	5160
Thomas-acéltermelés	632	637
Elektroacél termelés	3506	3692
Hengerelt acél termelés	6788	7137
Ebből vasúti anyag	190	171
Idomacél	533	597
Rúdacél	2277	2460
Hengerelt huzal	653	603
Csőanyag	264	290
Szalagacél + csőszalag	454	470
Széles szalagacél	92	106
Szélesacél (univerzál)	25	24
Lemez 3 mm felett	923	959
Meleg lemez 3 mm alatt	237	173
Hideg lemez 3 mm alatt	1140	1284
Széles szalag tekercsben	1405	1538

St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Az **olasz** kohászat néhány *termelési mutatója*

	1961	1962
A nagyolvasztók száma	12	13
Ebből üzemben	11	12
Vasérc kg/t nyersvas	1394	1485
Koksz kg/t nyersvas	716	719
Acélgyártó berendezés		
Thomas-konverter	5	5
Ebből üzemben	2	3
SM-kemence	65	62
Ebből üzemben	51	50
Villamos kemence	196	185
Ebből üzemben	153	152
Nyersvas kg/t foly. acél	364	385
Hulladék kg/t foly. acél	738	715

St. u. E. 1963. 26. sz.

A **világ** *alumíniumtermelése* 1962-ben az 1961. évihez képest 9%-kal nőtt, s első ízben érte el az 5 millió tonnát. Az alumínium felhasználása kereken 30 000 t-val maradt az 5 millió t alatt, bár a %-os emelkedé az előző évhez képest 10,2% volt. A demokráciákban mutatkozott a termelés és a felhasználás közötti különbség, mely a tőkésállamokra zavarólag hatott. Főként a SZU szállított még a tőkéshez képest nyomott áron is alumíniumfélterméket.
Alumínium 1963. 12. sz.

*

Finnország *kohászatának* néhány adata 1000 t-ban

	1960	1961	1962
Vasércтermelés	492	513	422
Nyersvastermelés	105	125	341
Folyékonyacél-termelés	273	298	331
Hengerelt acél termelés	319	289	284
Ebből			
Vasúti felépítmény	66	52	24
Idomacél	10	13	23
Rúdacél	197	164	175
Hengerelt huzal	41	54	57
Szalagacél	3	—	3
Egyéb	2	4	2

St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Néhány adat **Spanyolország** *kohászatából* 1000 t-ban

	1960	1961	1962
Vasércтermelés	5 493	6 098	5 849
Kőszéntermelés	13 776	13 782	13 063
Koksztermelés	2 573	2 616	2 709
Acélnyersvas-termelés	1 395	1 856	1 662
Folyékonyacél-termelés	1 920	2 327	2 199
Ebből Bessemer acél	266	274	255
Martinacél	1 360	1 694	1 599
Elektroacél	294	359	345
Hengerelt acél termelés	816	1 228	1 455

St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Marokkóban, Nadorban az amerikai Koppers Co-cég az **Uixam-i** érctelepek közelében *új acélgyárat* épít. A feldolgozásra kerülő érc Fe-tartalma 60% körül van s évi 1,5 millió t feldolgozására számítanak.
St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Kolumbiában Bucaramangaban egy kb. évi 7800 t termelésű *süllyesztékes kovácsgyár* épül. A kovácsműhellyel együtt egy forgácsoló üzem is épül, mely a teljes teljesítmény forgácsolására alkalmas. Az üzem előreláthatólag 1965. évben lesz készen.
St. u. E. 1963. 26. sz.

*

Malayában Prai-ban a japán Yawata Iron Steel Co cég egy *acélgyárat* épít. A gyár az első lépcsőben havi 5000 t hengereltáru termelésére lesz alkalmas, mely rövidesen 10 000 t/hó-ra bővíthető. A második lépcsőben a termeléshez szükséges acél- és nyersvasgyártó berendezések fognak megépülni. A második lépcső 1965. október hóban lép üzembe.
St. u. E. 1963. 26. sz.

*

A bulgáriai Technoimport Angliában *sárgaréz* és *rézhengerművet* rendelt meg. A hengersor szállítása 18 hónap múlva kezdődik és három hónap után befejeződik. A hengermű 150 000 t/év kapacitásra épül.
Metall 1964. 1. sz.

*

Jugoszláviában Pristina közelében nagy kiterjedésű *nikkelérc előfordulást* találtak. A kb. 1,5% nikkel fémtartalmú érc mennyiségét 3,5 millió t-ra becsülik. A bányászást külszíni fejtéssel indítják meg.
Metall 1964. 1. sz.

A **világ** *kadmium termelése* és fogyasztása t-ban

	Termelés		Fogyasztás	
	1961	1962	1961	1962
Anglia	97	99	1 231	1 345
Ausztria	311	315	104	105
Belgium	1 000	1 050	234	240
Franciaország	246	248	864	875
India	—	—	70	75
Japán	623	632	615	750
Kanada	997	1 378	76	85
Kongó	524	545	—	—
Mexikó	62	65	—	—
Norvégia	103	116	—	—
NSZK	426	435	1 147	1 250
Peru	103	105	—	—
Rhodézia	19	22	—	—
Svédország ...	—	—	129	130
USA	4 439	4 532	4 516	4 825
Egyéb ország	84	85	122	125
Demokráciák + SZU	1 551	1 649	917	1 250
Összesen ..	10 964	10 650	10 437	11 470

Metall 1963. 12. sz.

*

A **Szovjetunió** 1963. évi *acéltermelését* 80 millió t-ra, az 1962. évit 76,3 millió t-ra becsülik.

Comtel—Reuter 1963. XII. 11.

Romániában Slatinán 50 000 t kapacitású *alumíniumgyárat* építenek. Nyersanyag a Bihar megyei bauxit-előfordulás. Az alumíniumoxidot egy Nagyváradon épülő gyár fogja előállítani. A slatinai gyárban tömböt, lemezt és drótot fognak gyártani. Az építés kb. 1½ év alatt készül el. A berendezést a franciák és nyugatnémetek szállítják.

Metall 1964. 1. sz.

*

Tuniszban Djebel Arja környékén gazdag *higanyelőfordulást* találtak. A lelet oly nagy, hogy Tunisz a nagy higanytermelők közé fog jutni.

Metall 1964. 1. sz.

*

Jugoszláviában a **Kozmaj** kerületben fekvő **Sasiban** egy új *ólomcinkércbányát* nyitottak. A bánya termelése a tervek szerint évi 200 000 t-t fog kitenni. A bányát és az előkészítő művet 1000 t napi koncentrátum termelésig építik ki. A koncentrátumot a Trepčai kohómű fogja kohósítani.

Metall 1963. 12. sz.

*

Jugoszláviában Idrijában újabb higanyelőfordulást találtak. A következő években 700 t/év termelésemelkedéssel számolnak. A higany tisztasága 99,999%. A termelés 1961-ben 550 t, 1962-ben 561 t volt. A fő vásárlói sorrendben a következők voltak: USA, Ausztria, Lengyelország, Izrael, Olaszország, Franciaország, Svédország, NSZK, Csehszlovákia.

Metall 1963. 12. sz.

Helytelen — **helyes**

Az utóbbi években — főként a műszaki nyelvhasználatban — egyre jobban tért hódít az eredményez szó. Abban a reményben, hogy elterjedésének diadalútján valami kevéske akadályt jelent ez a néhány sor, megkísérlem megmutatni, hogy e szónak túlságosan gyakori használata a magyar nyelv szempontjából egyáltalán nem tekinthető „eredmény"-nek. Mindenekelőtt beszéljenek maguk az adatok!

Találtunk egyetlen, néhány oldalas műszaki szövegben tizenkét eredményez-t. Álljon itt belőle példának néhány, de mindjárt úgy, hogy mellette olvasható legyen ugyanaz a mondat az eredményez nélkül is!

Mennél magasabbról öntünk, annál nagyobb számú cseppet, nagyobb mértékű fröccsenést *eredményez* az öntés. — A cseppek száma és a fröccsenés mértéke annál nagyobb, minél magasabbról öntünk.

Az adagot megfelelő magasságból öntve a végsalakra, tisztább készacélt *eredményezett*. — Az adagot a végsalakra megfelelő magasságból öntve tisztább acélt **kaptunk**. Vagy pedig: Amikor az adagot megfelelő magasságból öntöttük a végsalakra, akkor tisztább acélt **nyertünk**.

Az első esetben a fémcseppecskék élénken érintkeznek a salakkal, míg a második esetben a nagy diffúziósebességet *eredményező* fémcseppképződés elmarad. — Az első esetben a fémcseppecskék élénken érintkeznek a salakkal, míg a második esetben a nagy diffuziósebességet **biztosító** (vagy: **okozó, adó**) fémcseppképződés elmarad.

A TiO_2 aktivitása nem olyan mértékű, hogy az az acél Ti-tartalmának jelentős növekedését *eredményezné*. — A TiO_2 aktivitása nem olyan mértékű, hogy az acél Ti-tartalmát jelentősen **növelné**. — Vagy pedig: A TiO_2 aktivitása nem oly mértékű, hogy az acél Ti-tartalma **megnövekednék**.

Kérdéses, hogy az adagok a salakcsapolás nélkül milyen kéntartalomnövekedést *eredményeznének*? — Kérdéses, hogy az adagok a salak csapolása nélkül milyen kéntartalomnövekedést **okoznának** (**adnának, szenvednének**)? — Vagy — mivel a kéntartalomnövekedés nem valami kedvező eredmény — ezt is írhatjuk: Kérdéses, hogy az adagok salakcsapolás nélkül mennyire **rontanák** a kéntartalmat. — Esetleg még szemléltetőbben: Kérdéses, hogy az adagok salakcsapolással mennyire **csökkentenék** (**javítanák**) a kéntartalmat. (Ez kohászatilag eredmény!)

A nem megfelelő esési magasság nem *eredményez* megfelelő keveredést. — A nem megfelelő esési magasság nem **biztosít** megfelelő keveredést. — Vagy pedig: Ha nem megfelelő az esési magasság, akkor nem **következik be** megfelelő keveredés.

A magával ragadott salak az acélban emulgálódva nagy felületű érintkezést *eredményez*. — A magával ragadott salak az acélban emulgálódva nagy felületen **hoz létre** érintkezést.

Mint látható, az idézett példákban az eredményez nemegyszer már csak azért is hibás volt, mert nem annyira jó eredményről, szükséges vagy kívánatos dologról volt szó, hanem *kellemetlen, rossz, nem kívánatos következményről*. Márpedig az eredmény szó olvasásakor elsősorban jó eredményre, sikeres befolyású kísérletre stb. szoktunk gondolni. Ezenkívül pedig az eredményez szónak a túlságos divatozása, a kelleténél sűrűbb használata az, ami ellen szót emeltünk. Természetesen élhetünk ezzel a szóval is, hiszen nyelvünknek hasznos eleme, de túlzott szereplése rontja mondanivalónk színességét, s azt *eredményezi*, hogy az olvasó nem a lényegre figyel, hanem ehelyett a sok eredményez-en bosszankodik.

Pályázati felhívás

Az **Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztálya** *pályázatot hirdet* vasiparunk fontos feladatainak megoldását segítő, alább részletezett tanulmányok kidolgozására.

A sikeres pályázatok díjazására kitűzünk

6 db I. díjat á 5000,— Ft,
6 db II. díjat á 3000,— Ft,
6 db III. díjat á 1000,— Ft.

A pályázatokat a szakosztály által kijelölt *bíráló bizottság fogja felülbírálni.* Egy-egy pályázat díjának sorolására a bíráló bizottság tesz javaslatot. A *legkiválóbb pályamunkát* a szakosztály vezetősége még a *kitűzött díjon felül* is jutalmazhatja.

A pályázat általános feltételei :

1. A *pályázat titkos,* ezért a beküldött pályázat borítékba helyezendő s a borítékra rá kell írni „*Vaskohászati pályázat*" és a *választott jeligét.* A pályázat mellé kell helyezni egy zárt borítékot, melyre a választott jeligét rá kell írni. A *borítékba* el kell helyezni a *pályázó nevét* (illetve neveit), lakáscímét és pontos munkahelyét. **A borítékra fentieken kívül mást írni nem szabad.**

2. Pályázhat egyesületünk *minden tagja,* mind egyénileg, mind pedig többed magával. Csoportos pályázatban *nem egyesületi tag is közreműködhet.*

3. A pályaműveknek eddig még *nem közölt,* vagy *előadáson el nem hangzott önálló munkáknak* kell lenniök. A választott témával olyan részletességgel kell foglalkozniok, hogy a javasolt módszert vagy közölt adatgyűjteményt a pályamű leírása alapján használni lehessen.

4. A pályázatot kiíró szervnek jogában áll mind a díjazott, mind a nem díjazott munkákat felhasználni. Nyomtatásban közléskor a *szerzői tiszteletdíj a szerzőt megilleti.* Ha a pályázatra beküldött anyag *találmánynak* vagy *újításnak* minősül, úgy az ezzel járó *jogok csorbíthatatlanok maradnak,* sőt az Egyesület az újítás kidolgozását, díjazását és bevezetését támogatja.

5. **A pályázat beadásának határideje 1964. nov. 30.**

6. A pályázatok az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Budapest, V., Szabadság tér 17. III. emelet címre küldendők.

A pályatételek a következők :

1. A nagyolvasztó járat-intenzitása és a nyersvastermelés gazdaságossága közötti összefüggés megállapítása.

Üzemi tényadatok alapján megállapítható a minimális önköltséget adó járat-intenzitás. Csupán egy-egy kohóműre vonatkozó munkával is lehet pályázni.

2. A vörösiszap kohászati értékének és leggazdaságosabb kohósítási lehetőségének megállapítása.

A jövőben évi egy millió tonna vörösiszap keletkezésével kell számolni. Ennek vastartalma évi kb. 600 000 t 50%-os import vasércnek felel meg. A vörösiszap kohósítását úgy kell megoldani, hogy meglevő nagyolvasztóink nyersvastermelése és falazattartóssága ne csökkenjen, de a nyersvas önköltsége se emelkedjék. A kohósítást nem feltétlenül más ércekkel együtt meglevő nagyolvasztóinkban kell elképzelni, hanem szóba jöhetnek olyan eljárások is, melyek eddig nálunk nem használatosak, pl. Krupp—Renn, alacsonyaknás kohó stb. Lehetőleg olyan megoldást kell keresni, mely lehetővé teszi a vörösiszap nátrontartalmának kinyerését, a salak pedig mint timföld vagy cement alapanyag értékesíthető.

3. Jelenleg tőkés importból beszerzett kohászati félkészgyártmányok hazai előállítása

Elsősorban finomkohászati, hidegalakítás útján előállított kohászati termékek gyártási eljárását kell kidolgozni hazai berendezések és lehetőleg hazai alapanyagok felhasználásával. A kidolgozott gyártási módszert, amellyel külföldi beszerzést kívánunk kiküszöbölni, kísérleti eredményekkel is célszerű alátámasztani.

4. Gyártási eljárás kidolgozása szívós magú ötvözetlen szerszámacélokra

A tanulmány tárgyalja a következő kérdéseket. Acélgyártó berendezés fajtája, annak állapotával szemben támasztott követelmények. Betétanyagra vonatkozó előírások. Acélgyártási eljárás részletes ismertetése. Ezen belül feltétlen ki kell térni a következőkre : dezoxidálás módja, az acél zárvány és gáztartalma, az acél összetétele, az alkalmazandó öntési módszer. Vizsgálati eredmények.

5. Hengerelt gyártmányok korszerű kikészítése.

A sokrétű kikészítő eljárások közül ki kell választani és mélyrehatóan tárgyalni kell egy vagy legfeljebb néhány módszert (pl. egyengetés, hosszméretredarabolás, rozsdaálló finomlemezek felületkezelése, transzformátorlemezek wattveszteségcsökkentő kikészítése stb.), amelynek vagy amelyeknek a hazai üzemekben már elért, vagy a folyamatba tett intézkedések nyomán joggal remélhető eredményei számottevő műszaki és gazdaságossági javulást biztosítanak a tárgyalt munkafolyamatok korábbi hazai helyzetéhez képest.

6. A meleghengerműi hulladék csökkentése.

A különböző melegsori hulladékfajtákra vonatkozóan tárgyalni kell : a hulladék képződésének okát, a hulladék mértékét befolyásoló tényezőket, a hulladék csökkentésének lehetőségeit, a hulladék csökkentése érdekében a gyártási eljárás és a gépi berendezések javasolt módosításait, a javasolt módosításokra vonatkozó számítások és kísérletek értékelését.

A tanulmány csupán egy-egy gyártmányra, pl. acélcsőhengerlésre is vonatkozhat.

7. Negatív mérettűréssel kovácsolt darabok gyártási eljárásának kidolgozása és rendszerezése.

A pályázatnak tanulmányoznia kell a szabadalakítással készülő, tuskóból és 120 mm ⊠ feletti méretű bugából kiinduló alapanyagú termékek kovácsolási módszerét — melyek egyedi gyártással és kissorozatban készülnek — szénacélból és ötvözött szerkezeti acélból. A tanulmányban ki kell térni a tömb, tárcsa, csapostárcsa és gyűrű jellegű kovácsolt alkatrészek gyártására. Ezekből a termékekből, különösen a melegen darabolt anyagokból a kikovácsolt darabok jelenleg a névleges kovácsméretet meghaladják és a pozitív tűrés felső határát közelítik meg. Ilyen gyártás évi több ezer tonna többletforgácsolást jelent. Kidolgozandó, hogy ennek megszüntetése és a méreteknek negatív tűrésre szorítása milyen rendszabályokat és milyen üzemi gyakorlatot tesz szükségessé.

Vaskohászati Szakosztály
vezetősége

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 4. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Бураи, З.: **Некоторые основные выводы в связи с составом и .свойствами алюминиевого сплава, способного к самостоятельному улучшению** С 161
Описание некоторых точек зрения для выбора, производства и прокатки сплава типа AlZnMg в Венгри. Причины склонности к разрыву и их сокращение. Воздействие на предел усталости, прокатываемость и коррозиеустойчивость.

М. Прохаска: **Протягивание на пильгерстане** С 168
На основании предписания постоянства удельной деформационной работы внутренних сил, или постоянства удельной мощности формирования стало возможным составить уравнение ручья, определяющее все показатели прокатки, а также и связь между этими показателями. На основе составленного уравнения ручья можно выбрать показатели прокатки согласно данной цели так, чтобы можно было в крайней мере удовлетворять и количественным, и качественным точкам зрения производства.

Э. Белла: **Испытания в связи с горячей расковкой меди при средней скорости деформации** ..... С 174
Опытами расковки, проведенными при температурах 500, 700 и 900°С с помощью деформации в пределах от 10 до 60%, и с 9 различными скоростями средней степени деформации были изучены условия горячей деформации меди. Согласно проведенным испытаниям, полученные при горячей деформации конфигурации напряжения и изменения текстуры значительно отклоняются от результатов произведенной при нормальной температуре пластической деформации с последующим прокаливанием.

Др. В. Пожгаи—др. Э. Балаж: **Субгалоидная дестилляция для получения чистого алюминия** С 179
Авторами обсуждается промышленное значение производства высокочистого алюминия; дается обзор возможных путей, и затем подробное описание субгалоидной дестилляции. Составлен литературный обзор субхлористой и субфтористой дестилляции алюмини , и под конец дано краткое описание собственных испытаний.

Д. Биро: **Испытания в связи с термообработкой высокопрочных труб для разработки нефти** С 186
Нефтепромышленность вынуждена изыскать и разрабатывать более и более глубоко лежащие нефтяные залежи. При увеличении глубины разработки возрастает нагрузка труб, применяемых в отдельных операциях разработки нефти. Американским Институтом Нефти были разработаны требуемые механические свойства труб, выдерживающих более высокие нагрузки, и потребность в таких трубках повышенного качества марки „Grade N-80" и „Grade E" для нефтепромышленности во всем мире возрастет. Улучшение механических свойств можно обеспечивать самым экономическим способом путем облагораживания нелегированных стальных труб. В работе описаны испытания термообработки, производившиеся в Трубозаводе Чепел, и предложения в связи с внедрением повышения качества труб в возможно короткий срок.

К. Хорват: **Некоторые вопросы планомерного предупредительного ремонта прокатных цехов** ..... С 190
Анализ опытов, полученных при обслуживании Металлургического Комбината м. Озд. Возможности повышения рабочего времени, т. е. чистого времени прокатки, при усовершенствовании и типизации производства запасных деталей.

Веллер, Й.—Келинг, Г.—Ремане, С.: **Пользучесть алюминиевых сплавов, поддающихся к дефориации, при температурах от 20 до 300° С** С 195
Прошедший искусственное старение сплав AlZnMg3 при комнатной температуре оказывается более премущественным, чем прошедший естественное старение сплав AlCuMg2, до температуры 130° С можно рекомендовать материалы AlCuMg, а при температурах несколько выше 200° С — сплав AlCu 2Mg 2NiFe При температуре от 200 до 250° С в случае кратковременной нагрузки можно применять не содержащий никель сплав типа AlCu6MnTiMg, за то в интервале температур от 250 до 300° С при продолжительной нагрузке не содержащие магний сплавы AlCu6MnTi и AlCu6MnVZr оказываются лучшими всех остальных сплавов алюминия; однако, и последние полностью не достигают отличных значений сплава SAP865.

Дер, Э.: **Методы получения отпечатков для электронно — микроскопического испытания стали** ..... С 199
Электронно-микроскопическое испытание металлов в большинстве случаев можно осуществить и доныне только методом отпечатков. Таким образом, качество отпечатков и надежность их получения имеют решающее значение. Из методов получения отпечатков, опробованных и изученных в Институте Черной Металлургии, описаны метод непосредственного получения лаковых отпечатков, метод полученных путем испарения угольных отпечатков, экстракционный метод, и двухступенчатый метод получения отпечатков (с матрицей), с подробным описанием их принципов, техники, преимуществ и недостатков. Указанные методы являются наиболее оправдавшими себя доныне методами.

Э. Буйдошо: **Защита от лучеиспускания при промышленных испытаниях методом радиоактивной индикации** ..... С 204
Для целей промышленных испытаний методом радиоактивной индикации можно определять требуемое количество индикатора в случае последовательно включенных баков и трубопроводов — на основе предписаний действительного венгерского стандарта MSz 62—61. В работе описаны коррекции, применяемые к различным типам течения, и методы их определения.

На урнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подпнсаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных чнателей у организации: KULTURA Budapest 62, P, O, B, 149. Венгрия.

INHALT

Buray Z.: **Einige grundlegende Feststellungen über die Zusammensetzung und Eigenschaften der selbsthärtenden Aluminiumlegierung** ....S 161

Auswahl der ungarischen Legierung Typ AlZnMg, ihre Herstellung und Walzung. Ursachen der Rissempfindlichkeit und ihre Verminderung. Beeinflussung der Ermüdungsgrenze, der Walzbarkeit und Korrosionsfestigkeit.

Prohászka, M.: **Kalibrierung von Pilgerwalzen** S 168

Die Beständigkeit der spez. Umformungsleistung ermöglichte die Aufstellung einer Kalibrierungsgleichung, mit welcher alle Kenngrössen des Walzens und auch ihre gegenseitigen Zusammenhänge bestimmt werden können. Auf Grund dieser Gleichung können die walztechnischen Kennwerte so erwählt werden, dass die quantitativen und qualitativen Gesichtspunkte der Erzeugung maximal erfüllt werden können.

Bella, E. dr.: **Warmstauchversuche mit Kupfer bei mittleren Verformungsgeschwindigkeiten** S 174

Zur Untersuchung der Warmbildsamkeit des Kupfers wurden Stauchversuche bei 500, 700 und 900° C Prüftemperatur, mit 10 bis 60 vH. Verformung und mit neun verschiedenen Verformungs-geschwindigkeitein durchgeführt. Das bei der Warmform gebung sich ergebende Spannungsbild, sowie auch das Bild der Gefügeänderung weichen entscheidend ab von den Ergebnissen einer Warmformgebung bei gewöhnlicher Temperatur und nachfolgender Ausglühung.

Dr. Pozsgai, V.—Dr. Balázs E.: **Die Subhalogenid-Destillation zur Herstellung von reinem Aluminium** ..... S 179

Die Bedeutung der Herstellung von Reinstaluminium wird gewürdigt. Die Möglichkeiten werden zusammengefasst und die Subhalogenid-Destillation wird ausführlich beschrieben. Das Schrifttum der Aluminiumdestillation mittels Subchloriden und Subfluoriden wird angeführt und die eigenen Versuche sind kurz niedergelegt.

Biró, Gy.: **Wärmebehandlung der Rohre hoher Festigkeit für den Erdölbergbau** ..... S 186

Die in der Erdölgewinnung zunehmenden Tiefen bedeuten eine stets anwachsende Inanspruchnahme für die Bohrrohre. Die vom „American Petroleum Institute" entwickelten mechanischen Eigenschaften der Rohre für höhere Belastungen, insbesonders die der Marken „Grade N-80" und „Grade E". Diese Sorten werden in steigenden Mengen vom Erdölbergbau verlangt. Die erhöhten mechanischen Eigenschaften der Rohre können am wirtschaftlichsten durch Vergütung der unlegierten Stahlrohre erreicht werden. Vergütungsversuche des Rohrwerkes Csepel und Vorschläge für die Anwendung der vergüteten Rohre.

Horváth, K.: **Einige Fragen der planmässigen vorbeugenden Instandhaltung in Walzwerken** S 190

Die in den „Ózder Hüttenwerken" gesammelten Erfahrungen bei der Instandhaltung der Walzwerke. Die Möglichkeiten der Erhöhung der Reservebestandteile.

Weller J.—Kähling G.—Rehmane S.: **Kriechverhalten der knetbaren Aluminiumlegierungen zwischen 20 und 300° C** ..... S 195

Bei Zimmertemperatur ist die gehärtete AlZnMg3-Legierung besser, als die selbsthärtende AlCuMg2-Legierung. Bis zu 130° C können die AlCuMg-Werkstoffe gebraucht werden, bis oberhalb 200° C die Legierung AlCu2Mg2NiFe. Zwischen 200 und 250° C kann bei kurzzeitiger Belastung die nickelfreie AlCu6MnTiMg-Legierung angewandt werden, zwischen 250—300° C sind für langzeitige Belastungen die magnesiumfreien AlCu6MnTi and AlCu6MnVZr-Legierungen am besten, obwohl sie die ausgezeichneten Eigenschaften des SAP865 nicht erreichen.

Dér, É.: **Die Verfahren der Abdruckherstellung bei der elektronenmikroskopischen Untersuchungen der Stähle** ..... S 199

Diese Untersuchungen können grösstenteils nur mit den verschiedentlich hergestellten Abdrücke durchgeführt werden, somit ist die Güte und die Sicherheit ihrer Herstellung massgebend für die Prüfergebnisse. — Es werden die im Eisenforschungsinstitut erprobten Abdruckherstellungsverfahren — u. zwar das Verfahren der direkten Lackabdrücke, der bedampften Kohlenstoffabdrücke, der Extraktions- und der Matrizenabdrücke — beschrieben, ihre Vor- und Nachteile gewertet. Die aufgezählten Verfahren haben sich bisher gut bewährt.

Bujdosó, E.: **Strahlenschutz bei industriellen Untersuchungen mit radioaktiven Indikatoren** . S 204

Auf Grund des Normvorschriftes MSZ 62—61 kann die Menge des Indikators für reihengeschaltete Behälter und für Rohrleitungen bestimmt werden. Die Korrektionen und die Methode ihrer Bestimmung bei den verschiedenen Strömungstypen.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Buray Z.: **Some basic conclusions concerning the composition and properties of self-hardening aluminium alloys** ..... P 161
Some aspects of the selection, production and rolling of the Hungarian AlZnMg type alloy. Causes of crack sensitivity and their elimination. Influencing the fatigue limit, rollability and corrosion resistance.

Prohászka M.: **Drafting of pilger rolls** ..... P 168
Based on the concept of the constancy of the specific deformation work of the internal forces and of the specific deformation power a drafting equation has been derived which defines all the characteristic data of rolling and their relationships. With the aid of this equation it is possible to select the rolling characteristics which most fully comply with the qualitative and quantitative requirements of production.

Bella E.: **Hot gathering experiments with copper at medium deformation rates** .....P 174
Hot forming of copper was investigated at temperatures of 500, 700 and 900 deg C with 10 to 60 per cent deformation and nine different medium deformation rate values. The stress pattern and microstructural change pattern obtained in hot forming is substantially different from the results of plastic deformation at room temperature with subsequent heat treatment.

Dr. Pozsgai, C.—Dr. Balázs, E.: **Subhalogenide distillation for the preparation of high purity aluminium** .....P 179
The significance of preparing high purity aluminium is evaluated. The ways and means are summarized and the subhalogenide distillation is treated in detail. The literature of subchloride and subfluoride aluminium distillation is given, the authors' experiments are briefly reviewed.

Biró, Gy.: **Heat treatment investigations of high-strength pipes for oil mining** .....P 186
The oil industry must explore and work successively deeper oil strata. The greater depth imposes higher stresses on the pipes employed in oil-mining operations. The American Petroleum Institute has formulated the desired mechanical properties for highly stressed pipes and the pipes conforming to Grade N-80 resp. Grade E are in great demand for oil mining everywhere. The higher mechanical strength can be most economically developed by tempering the unalloyed steel pipes. Heat treating experiments in the Csepel Pipe Plant, suggestions for the immediate introduction of pipe tempering.

Horváth K.: **Some problems of preventive maintenance in rolling mills** ..... P 190
Analysis of the experience gained in plant maintenance at the Metallurgical Works of Ózd. Possibilities of increasing operating time resp. rolling time by modernizing and standardizing the production of spare parts.

Weller J.—Kähling G.—Remahne S.: **Creep properties of wrought aluminium alloys between 20 and 3000 deg. C** ..... P 195
At room temperature the artificially aged AlZnMg3 alloy is better than the naturally aged AlCuMg2. Up to 130 deg. C AlCuMg alloys should be used, at temperatures slighltly above 200 deg. C AlCz2Mg2NiFe alloys are best. For short stresses between 200 and 250 deg. C a nickel-free AlCu6MnTiMg type alloys should be used. In the temperature zone of 250 to 300 deg. C for long stressing the magnesium-free alloys AlCu6MnTi and AlCu6MnVZr are the best, Although they fall short of the very excellent SAP865 alloy.

Dér É.: **Methods of replica preparation for electron microscopical investigations** ..... P 199
The investigation of metals by electron microscopy can for the most part be performed only by replica preparation. The quality and reproducible preparation of these replicas is very important. Description of the principle, practical application, advantages and disadvantages of some of the methods investigated in the Research Institute of the Iron Industry — the direct lacquer replica, the carbon replica, the extraction replica and the two-stage replica. These are the best methods so far.

Bujdosó, E.: **Radiation protection in industrial investigations with tracers** ..... P 204
According to the operative standard MSZ 62—61 in industrial investigations with tracers the amount of indicator can be determined for containers connected in series and for pipe lines. The corrections for the different types of flow and the methods of their determination are described.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary

The periodical „Kohászati Lapok" (Technikal Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakaupra Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Skets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergrahct 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lapec Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovensko Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **4. szám** 1964. április

Az önnemesedő alumíniumötvözet összetételéről és tulajdonságairól néhány alapvető megállapítás*

Dr. BURAY ZOLTÁN, Fémipari Kutató Intézet Budapest

DK 669.715:621.775:620.193 (439)

1. Bevezetés

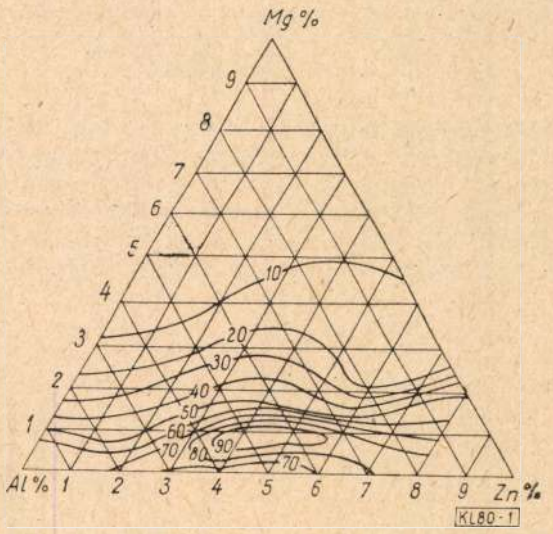
A magyar önnemesedő, közepes szilárdságú AlZnMg ötvözet kialakításakor ismert külföldi ilyen típusú ötvözet a francia Superalumag T35 [1], a svájci Unidal [2] és a német AlZnMg1 [3] ötvözet volt. Mindegyik ötvözet, valamint ezek alapján a legutóbbi években gyártott ötvözetek közös jellemzője, hogy a Mg+Zn ötvözők összege 6% alatt van, a Mg-tartalom pedig 1—1,5%.

Bár ezek az ötvözetek önnemesedésük folytán a hegesztés által hőérintett részben eredeti szilárdságukat visszanyerik, a varrat szilárdsága nem éri el az alapanyag szilárdságát.

A kötésszilárdság és az alapanyag közti szilárdság-különbséget az okozza, hogy a használt hegesztőpálca AlSi5, vagy AlMg5 ötvözetű. Saját anyagú pálcát ezekhez az ötvözetekhez nem használhatnak, mert azzal a varrat melegrepedésre hajlamossá válik [3].

2. A Hegal-ötvözet kialakításának szempontjai

A fentiek ismeretében 1957-ben a Fémipari Kutató Intézetben vizsgálatokat kezdtünk az említett ötvözettípussal, elsősorban a melegrepedési hajlamának meghatározására. A szakirodalom [4], valamint korábbi repedékenységi vizsgálataink alapján [5], [6] egyértelműen megállapítottuk, hogy az öntésből és hegesztésből származó melegrepedési hajlam közt szoros összefüggés található. Ezért, valamint a kísérletek gyorsítása és egyszerűsítése érdekében, először gyűrűöntési próbákkal igyekeztünk az ötvözettípus repedési hajlamát megismerni. E vizsgálatokat az *1. táblázat* szerinti összetételű 99,99 Al-ból készített ötvözetekkel végeztük el.



1. ábra. A 99,99 Al alapú AlZnMg ötvözet alumínium-sarkának repedékenységi izobárjai gyűrűöntés vizsgálatakor

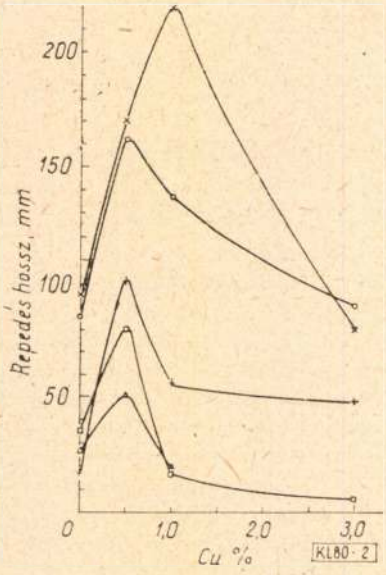
* Az előadás elhangzott az OMBKE által rendezett Alumínium Konferencián 1963. május 7-én

1. táblázat

A gyűrűöntési vizsgálatoknak alávetett ötvözetek összetétele

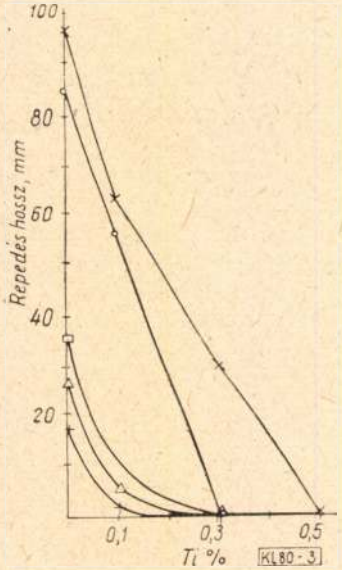
Főbb alkotók	Változó ötvözőtartalom, %						
	Mg	Zn	Fe	Si	Cu	Ti	B
Al—Mg—Zn	0,5—5	1—8					
Al—Mg—Zn—Fe	1—3	4—8	0,5—1				
Al—Mg—Zn—Si	1—3	4—8		0,5—3			
Al—Mg—Zn—Cu	1—3	4—8			0,5—3		
Al—Mg—Zn—Ti	1—3	4—8				0,1—0,5	
Al—Mg—Zn—B	1—3	4—8					0,01—0,1
Al—Mg—Zn—Fe—Si	1—3	4—8	0,1—0,4	0,1—0,4			
Al—Mg—Zn—Ti—B	1—3	4—8				0,2	0,1

Az AlZnMg ötvözet alumíniumban dús sarkában az egyenlő repedékenységi helyek izogramjának *(1. ábra)* felvétele alapján megállapíthattuk, hogy az ötvözetben a Zn-tartalom hatására jelentkező erős repedékenységet 2% felett a Mg jelentősen csökkenti. Megvizsgáltuk továbbá a Cu, Fe, Si, Ti és B hatását az ötvözet melegrepedékenységére. Azt találtuk, hogy a Cu 0,5—1%-ig a



2. ábra. A 99,99 Al alapú AlZnMgCu ötvözet repedékenységi hajlamának változása a Cu-tartalom függvényében gyűrűöntéskor
× = Mg1Zn4, ○ = Mg1Zn6, ▲ = Mg3Zn4, + = Mg3Zn6, □ = Mg2Zn8

repedékenységet növeli *(2. ábra)*; a Fe, illetve a Si egyenként 0,5%-nál már jelentős repedéscsökkentő hatású; a Fe + Si = 0,5% együttes adagoláskor a Fe túlsúly repedéscsökkentés szempontjából kedvezőbb, mint a Si túlsúly. A Ti 0,3% *(3. ábra)* a B 0,1% felett, valamint a



3. ábra. A 99,99 Al bázisú AlZnMgTi ötvözet repedékenységi hajlamának változása a Ti-tartalom függvényében gyűrűöntéskor
× = Mg1Zn4, ○ = Mg1Zn6, ▲ = Mg3Zn4, + = Mg3Zn6, □ = Mg3Zn8

Ti + B együttesen erős repedéscsökkentő hatásúak.

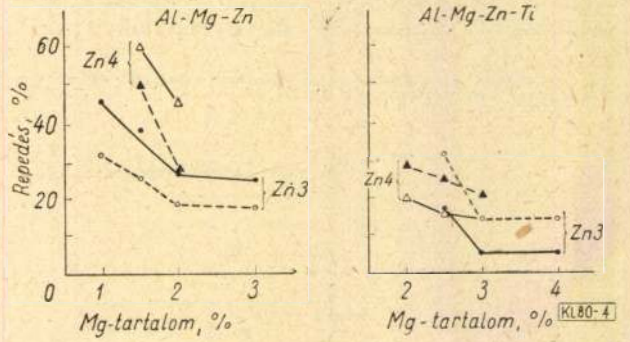
A vizsgálatok során az egyes ötvözőknek és adalékoknak a szemcseszerkezetre kifejtett hatását is tanulmányoztuk. Eszerint a Cu ötvöző szemcsedurvító hatását állapítottuk meg. A Fe és Si 0,5%-ig fél, a Ti 0,3%-tól, a B 0,1%-tól egy nagyságrenddel csökkenti a szemcseméretet. A Mg 2% felett csökkentő, a Zn a szemcseméretre semleges hatásúnak bizonyult.

2. táblázat

A befogott hegesztési vizsgálatoknak alávetett ötvözetek összetétele

Jel	Ötvöző, %				Megjegyzés
	Mg	Zn	Ti	Többi	
14	1,0	4	—		Unidal és AlZnMgl
M3	1,5	3	—		Superalumag T 35
M4	1,5	4	—		
22	2,0	2	—		
23	2,0	3	—		
24	2,0	4	—		
33	3,0	3	—	99,5 Al	
14T	1,0	4	0,2		
M3T	1,5	3	0,2		
M4T	1,5	4	0,2		
22T	2,0	2	0,2		
23T	2,0	3	0,2		
24T	2,0	4	0,2		
33T	3,0	3	0,2		

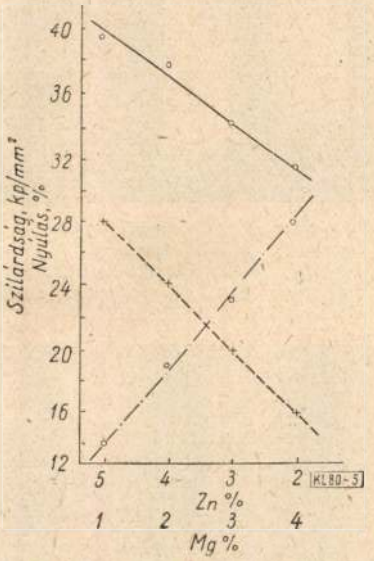
A gyűrűöntési vizsgálatok után — a Birmingham-i egyetem kutatócsoportja által bevezetett [7] — befogott hegesztési vizsgálatokat végeztünk 99,5 Al alapú ötvözetekkel [5], [6]. A vizsgált ötvözetek névleges összetételét a *2. táblázat* tartalmazza. E vizsgálatok a gyűrűöntések eredményeit mindenben igazolták. A kísérletekről felvett *4. ábrán* jól látható a Mg-tartalom növelésének és a Ti jelenlétének kedvező hatása. Megállapítható, hogy bár a Ti-tartalmú hegesztőpálca a Ti-mentes alapanyag repedésérzékenységére kedvező hatással van, legjobb eredményt akkor lehet elérni, ha a hegesztendő ötvözet maga is tartalmaz Ti szemcsefinomítót.



4. ábra. Az AlZn4Mg és AlZn3Mg ötvözetek repedési hajlamának változása befogott gázhegesztéskor a Mg-tartalom és a hegesztőpálca-összetétel függvényében
a) Ti mentes alapanyag azonos összetételű (—) és 0,2% Ti tartalmú (— — —) hegesztőpálcával hegesztve; *b*) 0,2% Ti-t tartalmazó alapanyag azonos összetételű (—) és Ti nélküli (— — —) hegesztőpálcával hegesztve

A hegesztési vizsgálatok során a kísérleti ötvözetek egyes csoportjai varratmenti repedésre is hajlamosnak bizonyultak. E repedésérzékenység, ha a Zn rovására a Mg-ot növeltük, bizonyos mértékig csökkent és a hegesztőpálcába, valamint az alapanyagba adagolt Ti hatására teljesen megszűnt.

A párhuzamosan végzett szilárdsági vizsgálatok azt mutatták, hogy a 99,99 Al alapú AlZnMg ötvözetekhez adagolt ötvözők, illetve szennyezők, mint a Cu, Fe, Ti, B szilárdságnövelő hatásúak, míg a Si nem. A 99,5 Al bázisú ötvözetekről felvett *5. ábrából* látható, hogy a Mg + Zn = 6% összesötvöző tartalom, ha a Mg-tartalmat a Zn-tartalom rovására növeljük, a szilárdságot csökkenti, míg a nyúlást növeli.



5. ábra. A Zn + Mg = 6% összötvözőt tartalmazó AlZnMg ötvözet szakítószilárdságának, folyáshatárának és nyúlásának változása az ötvözők arányában
$\bullet = \sigma_B$, $\circ = \delta_{10}$, $+ = \sigma_{0,2}$

Megállapíthattuk továbbá, hogy az ötvözeteknek a hőkezelés napján mért szilárdságát a Mg-tartalom, a nemesítés utáni szilárdságát a Zn-tartalom növeli jobban. Ez egyúttal jól egyezik azzal a megfigyelésünkkel, hogy az anyag alakítási ellenállása a Mg-tartalom növelésével emelkedik.

A gyűrűöntés és hegesztés repedékenységi vizsgálatai, a szemcsemérések, a szilárdsági vizsgálatok, valamint az elvégzett félüzemi és üzemi gyártási kísérletek alapján a Magyarországon bevezetett közepes szilárdságú, jól hegeszthető AlZnMg típusú Hegalnak elnevezett ötvözet névleges összetételét az alábbiakban határoztuk meg:

%	%
Mg = 2,5	Si ≤ 0,3
Zn = 3,5	Cu ≤ 0,05
Ti = 0,2	Mn ≤ 0,2
Fe ≤ 0,5	Cr ≤ 0,2

A hengerelt és sajtolt ötvözet mechanikai jellemzői nemesített állapotban, 90 napos hevertetés után egyaránt

$\sigma_B = 35$ kp/mm² $\quad \delta_{10} = 18\%$
$\sigma_{0,2} = 21$ kp/mm² $\quad \Psi = 40\%$

Az alapanyaggal azonos összetételű hegesztőpálcával AWI hegesztett tompavarratos kötés szilárdsági jellemzői 90 napos hevertetés után:

$\sigma_{Bh} = 35$ kp/mm²
$\sigma_{0,2h} = 21$ kp/mm²
$\delta_{10h} = 10\%$

Az alapanyagban jelentkező — az AlZnMg1 ötvözethez viszonyított — csekély mérvű szilárdságcsökkenést erősen pótolja az ötvözet jó és repedés-veszély nélküli hegeszthetősége. A szerkezet teherbíróképességét általában a hegesztett kötés szilárdsága határozza meg. A valamivel nagyobb szilárdságú AlZnMg1 ötvözet kötésszilárdsága viszont mind AlSi5, mind AlMg5 pálcával hegesztve kisebb, mint a Hegal kötésszilárdsága [8].

Az AlZnMg ötvözet hegeszthetősége javításának ismertetett módja újabban a szovjet, a francia és a német irodalomban is megjelent. *Petrov* és *Makarov* [9] a nagyszilárdságú AlZnMg ötvözetek hegesztési repedékenységi hajlamának vizsgálatakor megállapítja, hogy a Fe csökkentő hatású, a Si kevésbé csökkentő, a Ti szemcsefinomítóval a repedékenységet csaknem meg lehet szüntetni. *Develay* és *Croutzeilles* [10] a francia A-Z4G ötvözet hegesztési repedésérzékenységét vizsgálva megállapítják, hogy a Mg-tartalom növelésével és Ti, vagy Zr szemcsefinomító adagolásával a repedékenység jelentősen csökkenthető. Ezért javasolják az ötvözetre a Zn/Mg-2 : 1 arány betartását, valamint Zr szemcsefinomító használatát. *Mudrock* [11] az AlZnMg1 ötvözet hegeszthetőségét vizsgálva a Cu káros szerepét, a Mg-tartalom növelésének, valamint a Ti és B szemcsefinomítóknak repedéscsökkentő hatását állapítja meg. Ezért azt javasolja, hogy a szabványos ötvözetben a Mg-tartalmat a tűrés felső határán — 1% felett — kell tartani; és Ti+B szemcsefinomító adagolását javasolja. A varrat repedékenységének csökkentésére AlMg7 hegesztőpálca használatát találja megfelelőnek.

3. Az ötvözet oxidációs hajlama és ennek hatása az egyes tulajdonságokra

A Hegal ötvözet előállítás szempontjából az AlMgSi ötvözetnél valamivel kényesebb. Az olvasztáskor és ötvözéskor a fémtisztításra és az egyes ötvözők kiégésének meggátlására kell figyelni. A félfolyamatos tuskóöntéskor az egyenletes hőelvezetés, a dúsulás és izzadmány nélküli tuskó előállítása az anyag melegmegmunkálása és későbbi korrózióállósága szempontjából döntő jelentőségű. A sajtolás, illetve meleghengerlés előtt a homogenizálás hőfokát célszerű 450 C° alatt tartani és a melegmegmunkáláskor sem szabad e fölé a hőmérséklet fölé menni.

E megállapítások legfőbb magyarázatát az ötvözet oxidációs hajlamában látjuk. Vizsgálataink során megfigyeltük, hogy a különböző — félüzemi és üzemi — gyártású adagok, bár közel azonos kémiai összetételűek voltak, egyes tulajdonságaikban nagy különbséget mutattak. A szisztematikus vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a különböző gyártású anyagok korrózió-

ellenállásában és képlékenységi tulajdonságaiban mutatkozó különbség jellegben megmarad. A változtatott homogenizálási hőmérséklet vagy alakítási módszer e jellegeket nem tüntetik el, mert azokat lényegében az olvasztás és öntés körülményei határozzák meg. Ez más szóval azt jelenti, hogy az anyag előéletének hatása semmiféle utólagos technikai fogással sem szüntethető meg.

Az ötvözet aránylag nagy Zn- és Mg-tartalma miatt oxidációra hajlamosabb, mint az egyéb, általánosan használt ötvözetek. *Domony* termomérlegen végzett vizsgálatait [12] *Aylmore* és munkatársai [13] vizsgálatával összehasonlítva a nagytisztaságú alumínium és a különböző gyártású Hegal-ötvözet oxidációjára jó képet kapunk *(3. táblázat)*. A táblázatból megállapítható, hogy a Hegal oxidációs hajlama a rafinált alumíniuménál jóval nagyobb és az oxidáció mértéke az anyag előéletének is függvénye.

3. táblázat

Al 99,99 [13] és Hegal-anyagok [12] oxidációs súlynövekedése 6 órás kísérleti időtartam után

(mikrogramm/cm²-ben kifejezve)

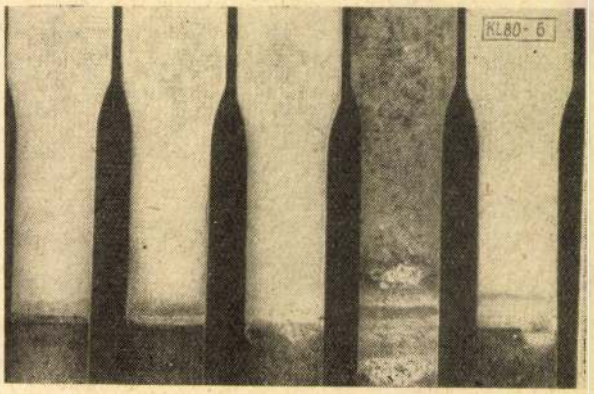
Hőmérséklet, C°	Al 99,99	Jó gyártású Hegal-anyag	Rossz gyártású Hegal-anyag
350	—	30	30
400	3	60	100
425	—	60	100
450	10	150	200
500	38	90	110
520	—	140	260
550	33	260 (2 óra)	k. o.*
600	32		

* = katasztrofális oxidáció

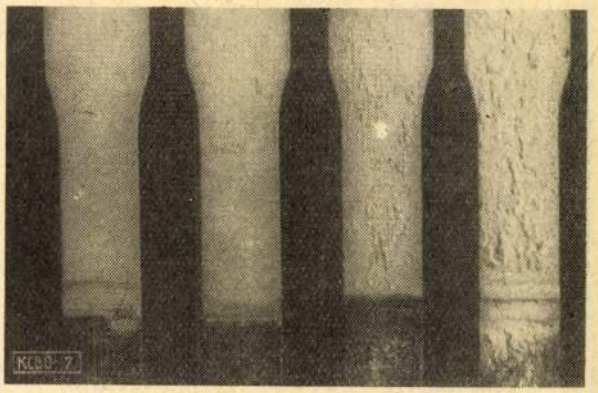
Addig, amíg — irodalmi adatok szerint — az alumínium 500 C° körül és az oxidációra hajlamosabb nagyobb Mg-tartalmú ötvözet 450 C° körül rohamosabban oxidálódik, a Hegal-típusú ötvözet oxidációja már 400 C° körül megindul és 450 C° felett erőteljessé válik. Az alumínium kritikus oxidációs hőfoka 500 C°, AlMg ötvözeté és Hegalé 450 C°.

A nagyobb Mg-tartalmú ötvözetekben — *Cohran* és *Sleppy* [14] feltevése szerint — a Mg erősebb diffúziója miatt különleges szerkezetű oxidhártya keletkezik, mely a fém belső oxidációját nagyobb hőmérsékleten már nem tudja megakadályozni. Ezt az elgondolást fogadta el *Domony* is, aki a Zn és Mg együttes jelenlétének az oxidációs hajlam fokozódását előidéző hatását bizonyította. *Domony* vizsgálatai bebizonyították, hogy a nem megfelelő öntési körülmények között előállított, tehát oxidokkal már szennyezettebb alapanyag 400 C° feletti hőhatásra oxidációra hajlamosabb és az ilyen anyagok katasztrofális oxidációja hamarabb megindul, mint a jobb öntési körülmények közt előállított anyagoké. *Domony* megállapította továbbá, hogy az egyszer megindult oxidáció a fém belseje felé halad és ezáltal a fém oxidtartalmának növekedését elősegíti.

Az oxidtartalmú fém korrózióellenállása, valamint képlékenységi tulajdonságai lényegesen rosszabbak, mint az oxidszegény anyagé. A korrózióellenállásban mutatkozó nagy különbséget tapasztalhattuk a két éves igen agresszív ipari atmoszférának kitett próbatesteken, ahol a jó gyártású Hegal-anyag az AlMgSi ötvözetű anyaggal azonosan elszórt kis korróziós támadást mutatott, míg a rossz gyártású anyagon erős felhólyagzás jelentkezett *(6. és 7. ábra)*.



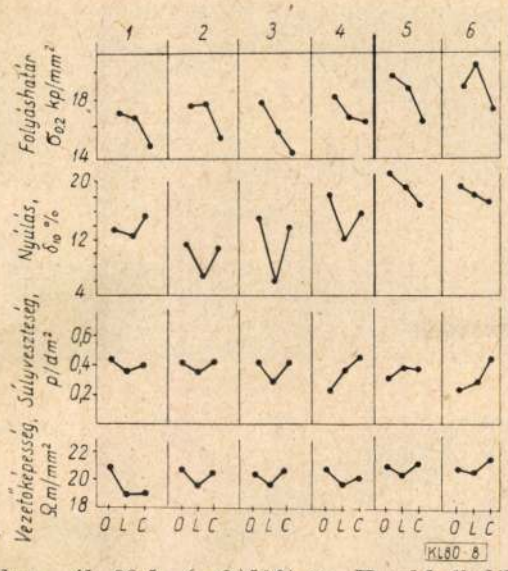
6. ábra. Igen agresszív, budapesti ipari atmoszférának 2 évig kitett hegesztett próbatestek alsó — erősebben megtámadott — oldala. A próbatestek balról jobbra 99,5 Al, AlMgSi, AlMg4, AlCuMg és jó gyártású Hegal



7. ábra. Mint 6. ábra, csak balról jobbra fokozódóan rosszabb gyártású Hegal

A nagyobb oxidtartalmú anyagnak a nagyobb hőfokú hőkezelés hatására növekvő korrózióérzékenységét a *8. ábrán* bemutatott mérések igazolják. Kísérleteinkhez az egyébként azonosan jó öntési körülmények közt, félfolyamatos tuskóöntéssel előállított Hegal-tuskók 99,5 Al 50%-ban Hegal-hulladék és 100%-ban Hegal-hulladékbázissal készültek. A hőkezelés nélküli és 380 C°-on 24 órán homogenizált és vízhűtött öntött anyagok korróziós súlyveszteségei 3% NaCl és 0,1% H_2O_2 közegben 30 napig keverő vizsgálatnak kitéve gyakorlatilag azonosak. 420 C°-os hasonló homogenizálás során már jelentkezik némi különbség és határozottan mutatkozik a szennyezettebb anyag korrózióellenállásának csökkenése 520 C°-os hőkezelés után. Hasonló jellegű változás észlelhető a folyáshatáron is.

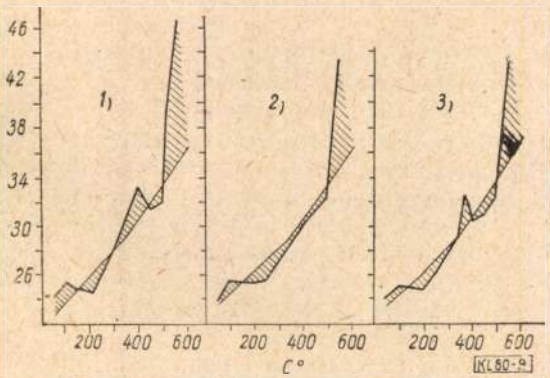
Az öntési körülményekben mutatkozó különbségek melegalakítás hatására sem tűnnek el. 520 C°-os homogenizálásra a korróziós ellenállás



8. ábra. Al 99,5—(=0)50%-os Hegal-hulladék — (=L) és 100%-os Hegal-hulladékbázisú (= C) ötvözetek egyes jellemző tulajdonságainak változása öntött, különböző hőfokon homogenizált és hengerelt állapotban

1 = öntött, hőkezelés nélkül, *2* = öntött, 380 C°-on 24 óra + vízhűtés, *3* = öntött, 420 C°-on 24 óra + vízhűtés, *4* = öntött, 520 C°-on 24 óra + vízhűtés, *5* = öntött, 380 C°-on 24 óra + meleghengerlés, *6* = öntött, 520 C°-on 24 óra + meleghengerlés

csökkenése — bár kisebb mértékben — de szintén észlelhető az oxidáltabb anyagokon. A szilárdsági és nyúláscsökkenés pedig ugyancsak jól észlelhető.



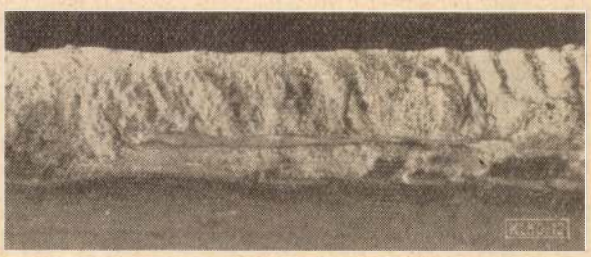
9. ábra. 1 = öntött és 2 = 420, illetve 3 = 520 C°-on homogenizált Hegal-anyag dilatogramja összehasonlítva a 99,5% Al dilatogramjával

Az öntött anyagok hőtágulási együtthatójának a hőmérséklet függvényében bekövetkező változását vizsgálva 200, 400 és kb. 450 C° körül jelentkezik jellegzetes csúcs *(9. ábra)*. A dilatogram 420 C°-os homogenizálás hatására kisimul. Megfigyelhettük, hogy addig, amíg a kevéssé szennyezett anyag 520 C°-os homogenizálásra sem változik lényegesen, a szennyezettebb anyag ilyen hőfokos kezelésre már egy 400 C° körüli éles csúccsal válaszol. A jelenség magyarázatául feltételezhető, hogy a homogenizáló hőkezelés hatására a gyorsan dermedt öntött anyagban keletkezett rácshibák rendeződtek, a szegregációk csökkentek, így a 400—450 C° körüli csúcs elsimult. A szennyezettebb anyagban az oxidok valószínű gátló hatása ezt a törekvést akadályozza, ami különösen az 520 C°-os homogenizálás hatására fokozottabb oxidációban mutatkozik meg.

Ezt a gondolatot a vezetőképességben észlelhető változás is alá látszik támasztani (8. ábra). A kezeletlen, öntött anyag rendezetlen, rácshibákkal terhelt. Homogenizáló hőkezelés hatására a tisztább anyagban a szegregáció csökken, oldódások következnek be, ami a vezetőképesség romlásában jelentkezik. A szennyezettebb anyagban az oxidok vezetőképességet rontó hatása kezeletlen állapotban is megnyilvánul, viszont homogenizálva — feltehetően az oxidok és az ötvözők egymásra kifejtett oldódást gátló hatása következtében — a vezetőképességet viszonylagosan javítja.

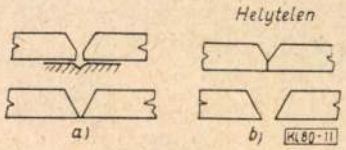
Az ötvözet oxidációs hajlama hegesztéskor is megmutatkozik. A felületi MgO, ZnO és ezek keveréke, illetve esetleges vegyülete hegesztéskor az argongáz tisztító hatásával szemben nagyobb ellenállást tanúsít, mint az Al_2O_3. A keverékoxidok fajsúly viszonya is előnytelenebb az alumínium ömledékhez, mint a tiszta Al_2O_3-é.

A fokozottabb oxidációskészség következtében keletkezett vastagabb oxidréteg káros hatásának csökkentése érdekében különös gondot kell fordítani arra, hogy a hegesztés során az argon és az ív minden megolvasztandó felülethez jól hozzá tudjon férni. Ezért a hézag nélküli tompaillesztést kerülni kell, mert előfordulhat, hogy bár a gyökoldal kifogástalanul átolvad, mégis az összefekvő éleken az oxid az ömledékből nem tud eltávozni és ezért összefüggő oxidzárvány keletkezik *(10. ábra)*. Vastagabb anyagok hegesztésekor célszerű a V alakú kimunkálást élesen, nyelv nélkül készíteni és az éleket szorosan illeszteni vagy kis hézaggal alátét fölött hegeszteni *(11. ábra)*.



10. ábra. 10 mm-es lemez hegesztési varratának törete. A kívülről kifogástalan varratban összefüggő oxidzárvány
Nagyítás = 1,6-szoros (eredeti 2,5-szeres)

Az ilyen rejtett oxidzárvány nem annyira a statikus igénybevételkor, mint a dinamikus, ismételt igénybevételek során jelentkezik károsan. Vizsgálataink szerint a kifáradási határt az oxidzárvány 20—40%-kal is le tudja csökkenteni anélkül, hogy a szakítószilárdságban vagy nyúlásban észrevehető különbség mutatkoznék. Ez a jelenség főleg a 6 mm feletti anyagvastagságokban jelentkezik, ezért ismételt igénybevételnek alávetett vastagabb szerkezetekkel a szigorú művelet-



11. ábra. a = helyes, és b = helytelen élkiképzés és illesztés vastagabb Hegal-anyag hegesztéséhez

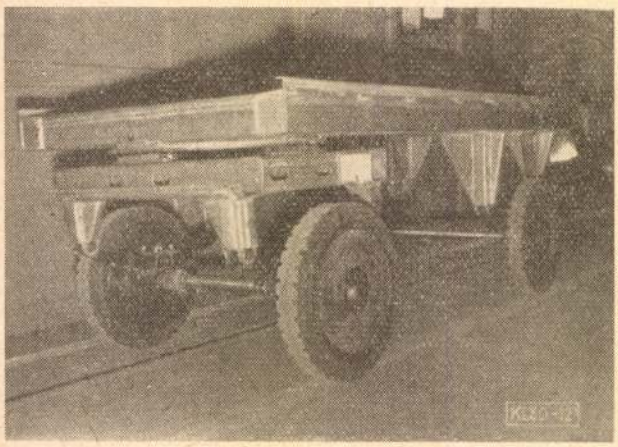
előíráson és a hegesztők gyakori törőpróbával való ellenőrzésén kívül röntgenvizsgálatot is ajánlatos végezni.

4. A felhasználás lehetőségei

A Hegal-ötvözet Magyarországon két célra kerül felhasználásra. Az egyik a teherviselő mérnöki szerkezetek, a másik a szárazföldi járműépítés. Míg azonban a járműépítésben jelenleg csak a kísérletek és prototípusok építése és üzemi kísérlete folyik, a mérnöki szerkezetekből már több megvalósult szerkezet is használatban van.

A járműépítésben elkészült egy teljesen hegesztett Hegal-kivitelű targonca utánfutó *(12. ábra)*, mely 1,5 t terhelésre volt méretezve és már több mint három éve két műszakban kifogástalanul állja az üzemet, igen sokszor 40—60%-os túlterheléssel. Elkészült továbbá egy részben AWI, részben ponthegesztett kivitelű önhordó egytengelyű autóbusz utánfutó *(13. ábra)* és sorozatban építés alatt áll 70 db önhordó üzemanyagszállító gépkocsitartály.

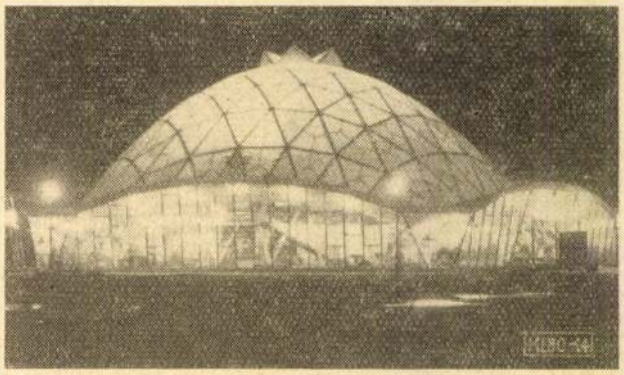
A mérnöki szerkezetek közül 3 éve áll kifogástalanul üzemben egy 10 méter fesztávolságú laboratóriumi mérőhíd, elkészült egy $5 \times 2{,}2$ méteres orthotrop hídpályalemez, melyen fárasztóvizsgálatokat végeztünk és (az ALUTERV-ben *Kádár István* tervezésével a NIM részére) egy 15 méter magas, 41 méter átmérőjű kiállítási csarnok *(14. ábra)* [16], mindhárom teljesen hegesztett kivitelben. Jelenleg készítés alatt áll egy szintén



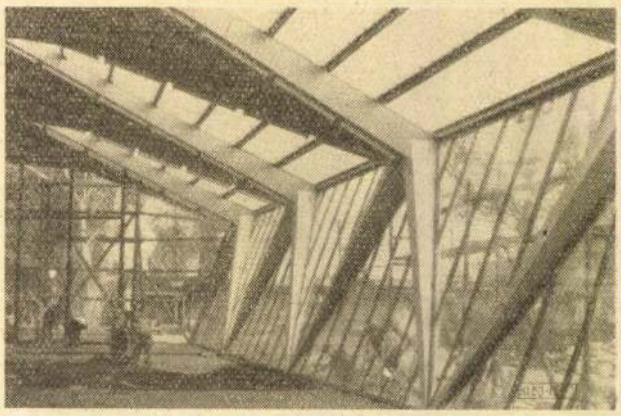
12. ábra. Targoncautánfutó vázszerkezete



13. ábra. Csomagszállító autóbusz utánfutó



14. ábra. NIM Kiállítási Pavilonja



15. ábra. Az 1963. évi BNV francia pavilonja építés közben

$5 \times 2{,}2$ méteres együttdolgozó alumínium vasbeton hídszerkezet, fárasztó kísérletekre.

Az 1961. évi Budapesti Vásárra készített csarnokszerkezet jó tapasztalatai alapján az 1963. évi Budapesti Nemzetközi Vásárra 4 újabb hegesztett Hegal-szerkezetű pavilon készült *(15. ábra)* (ezeket az ALUTERV-ben *Kádár István* és *Seregi György* tervezték). E pavilonok egyike már sorozatgyártású ipari csarnok építkezésekre alkalmas szerkezet, melyet a vegyipar használ fel.

5. Összefoglalás

Előadásomban a magyarországi AlZnMg típusú Hegal-ötvözet ismertetése helyett igyekeztem egyes, az ötvözet kiválasztásában, valamint a gyártáshoz és hegesztéshez fontos szempontra rámutatni és röviden vázolni az eddigi hazai felhasználásokat.

Az ötvözet megválasztásakor a külföldi hasonló típusú ötvözettel szemben nagyobb Mg-tartalom és Ti szemcsefinomító adalék lehetővé teszi a sajátanyagú pálcával a repedésmentes, az alapanyaggal azonos szilárdságú hegesztett kötés készítését.

Az ötvözettípus oxidációra való fokozottabb érzékenységére mind az anyag előállításakor (olvasztás, ötvözés, tuskóöntés, hőkezelés, melegmunkálás), mind a hegesztéskor különös figyelemmel kell lenni. Az előállítási rendellenességekből adódó oxidáció és dúsulások az anyag kifáradási határára, hegeszthetőségére és korrózióállóságára káros hatással vannak. A hegesztéskor a nem kellő gondosságú munka oxidzárványokat okozhat.

Mindemellett az ötvözet jól gyártható, könnyen megmunkálható és jól hegeszthető, valamint az atmoszférákkal szemben jó korrózióálló. Magyarországi felhasználása a teherviselő jármű- és épületszerkezetekben indult meg.

IRODALOM

[1] *Herenguel, J.:* Rev. Aluminium, *27* (1950), 135. o.
[2] *Hug, H.:* Aluminium Suisse *5* (1955), 112. o.
[3] *Müller-Busse, A.:* Aluminium *32* (1956), 333. o.
[4] *Pumphrey, W. I.—Moor, D. C.:* A. D. A. Research Report, 4. sz. 1949.
[5] *Buray Z.:* Fémipari Kutató Intézet Közleményei, Budapest, II. kötet (1958) 107. old. és III. kötet (1959), 157 old.
[6] *Buray Z.:* Schweisstechnik *12* (1962), 157. o.
[7] *Anonym:* A. D. A. Research Report 1. sz. 1947.
[8] *Matting, A.—Jacoby, G.:* Aluminium *38* (1962), 177, 222. o.
[9] *Petrov, G. L.—Makarov, A. G.:* Automaticseszkaja Szvarka *14* (1961), 24. 9. o.
[10] *Develay, R.—Croutzilles, M.:* Rev. Metallurgie *59* (1962). 349. o.
[11] *Mudrack, K. D.:* Schweissen und Schneiden *12* (1960), 45. o.
[12] *Domony A.—Buray Z.:* Fémipari Kutató Intézet Közleményei, Budapest, VI. kötet (1962) 245 o.
[13] *Aylmore, D. W.—Gregg, S. J.—Jepron, W. B.:* Journal of the Institute of Metals *188.* 1960. 105. o.
[14] *Cohran, C. N.—Sleppy, W. C.:* Journal of the Electrochemical Society *108.* 1961. 322. o.
[15] *Buray Z.:* ZIS Mitteilungen 7/1961. 488. o.
[16] *Buray Z.:* Schweisstechnik 12 (1962), 112. o.

Egyesületi hírek

Lengyelországi tanulmányúti beszámoló

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályának Anyagvizsgáló csoportja 1963. október 8—20-a között tanulmányutat rendezett Lengyelországba.

A résztvevők megtekintették a krakkói Akademia Gornico—Hutnicza (Kohászati és Bányászait Akadémia) anyagvizgálattal foglalkozó laboratóriumait, a nowahutai Lenin Művek üzemeit és laboratóriumait, a glivicei Vasipari Kutatóintézetet. A vegyészek résztvettek a Lengyel Kohászati Egyesület és a Vasipari Kutatóintézet által rendezett kohászati analitikai konferencián Katowicében. A mechanikai-metallográfiai szakos anyagvizsgálók ezenkívül még jártak Czestochowában a Boleslaw Bierut művekben s Kattowicében a Huta Jednosc csőgyárban.

Küldöttségünk Kassa, Poprád érintésével utazott Krakkóba, innen Nowa-Hutába, majd Osviecimen (Auschwitz) keresztül Katowicébe. Gliwice meglátogatása után Zakopane, Tátrafüred és Losonc érintésével érkezett vissza.

Első látogatásunkon a krakkói Bányászati és Kohászati Főiskolát tanulmányoztuk. Lengyelország egyik legfontosabb műszaki főiskolája. Jelenleg mintegy 1000 hallgatója van. 2 karra (bányászati és kohászati) és 9 fakultásra oszlik. Géptani és elektrotechnikai intézet egészíti ki ezen fakultásokat teljes karrá. Feladatuk, az oktatás mellett az ipari kohászati célkutatások végzése is. Az intézetek a legkorszerűbb kutató eszközökkel is fel vannak szerelve.

Következő napon megtekintettük Nowa-Hutában Krakkó új városrészében levő Lenin Kohászati Műveket. Jelenleg évi 2,7 millió t melegen és hidegen hengerelt lemez (fekete, horganyzott és ónozott kivitelben), továbbá huzalt és idomacélt gyártanak. A további fejlesztés során a termelést 8 millió tonnára kívánják emelni.

A laboratóriumok szervezetileg két csoportba tartoznak. A központi laboratórium az Igazgatóság alá, az üzemekben levő kisebb laboratóriumok üzemi ellenőrzés alá tartoznak.

A központi laboratórium kémiai, színképelemző, metallográfiai, radiográfiai-defektoszkópiai, ultrahangvizsgáló és fémfizikai részlegre tagozódik. Mechanikai vizsgálatokat a hengerműben levő laboratóriumban végeznek. A kémiai laboratórium gyártásközben végez ellenőrzést. A késztermeknek nem a kémiai összetételét, hanem a fizikai tulajdonságait vizsgálják. Jelenleg még kémiai módszerekkel az egyes ötvözőket határozzák meg, de már szerelés alatt áll a Hilger-polikromator, mellyel az összes elemzést teljesen automatizálni lehet.

Az ércelőkészítő mű, a nagyolvasztómű és a martinlaborban a szokásos eljárásokkal dolgoznak.

1. IMZ (vasipari kutató). 2. IMN (színesfémkutató). 3. IMO (tűzállóanyag kutató). A vasipari kutatás központi intézete igen jól felszerelt intézet. A legmodernebb berendezések sem hiányoznak. A kísérleti műhelyekben kisméretű hengerműveket láttunk. Itt automatagépsor kísérletek folynak. A glivicei Kutatóintézet példaképül szolgálhat hazai hasonló intézményeink számára.

Küldöttségünk okt. 14 és 17. között résztvett a katowicei Technika Házában rendezett „Tudományos-technikai konferencia a vaskohászati elemző kémiai körében" című előadássorozaton.

A vaskohászati elemzés minden ágát felölelő kongresszuson 30 előadás hangzott el lengyel, magyar, csehszlovák és német előadók részéről.

Magyar részről *Sajó István* a komlexometriás salakelemzésekről, *Répás Pál* (*Gegus Ernővel* együtt) a nyomelemek meghatározása terén elért újabb eredményekről számolt be.

Igen érdekes volt és nagy tetszést aratott *Inglot, J.* előadása, melyben a kismennyiségű C-tartalom meghatározására alkalmas különféle módszerek pontosságát hasonlította össze kísérleti adatok alapján. *Jirkovszky* professzor előadását távollétében felolvasták a betavisszaszórás az acél és ferroötvözet elemzésében. *Spauszus* a magdeburgi DAMW-ben kidolgozott eljárásokról számolt be, a Zeiss Industriespektroskop újszerű használatát tárgyaló előadásában. Érdekes volt *Fenzke* (DDR) és *Marcinek* (CSSR) előadása. Mindketten a termoelektromosság mérésén alapuló gyors Si meghatározásra vonatkozó kísérleteiről számoltak be. *Gaudnik* a kvantometrikus salakelemzést tárgyalta, *Václavinek, Wojczik* és *Dolinszky* az acélok H-gáztartalmának meghatározását részletezték. *Mack* az O-tartalom meghatározásáról számolt be.

A mechanika metallográfiai vizsgálatokkal foglalkozók sok tapasztalatot gyűjtöttek az üzemekben. Nowa-Huta finomlemezt s vékony idomokat gyárt, így vizsgáló berendezései természetesen ebben az irányban fejlődtek. Mivel nálunk ez most van kialakulóban sok tapasztalatszerzésre nyílott alkalom. A Bierut Ácélművek Lengyelország második kohászati üzeme. Csak ötvözetlen acélokat gyártanak, max. 0,60 C-tartalommal. Szervezetileg érdekesség az, hogy itt az összes laboratóriumok a MEO-hoz tartoznak.

A Huta Jednosc Lengyelország csőgyára. Fő terméke a varratos és a varrat nélküli cső 21—149 mm ∅-ig. Itt folyamatos öntőmű is dolgozik. Az ellenőrzési munka a MEO részéről csak a végellenőrzésre s a bejövő anyagok vizsgálatára szorítkozik.

A tanulmányút alkalmával küldöttségünk megismerkedhetett a lengyel vaskohászati elemzés fejlettségével, a kutatási irányokkal, az elért eredményekkel. Az egyes laboratóriumok látogatása és a konferencia alkalmával személyes kapcsolatok épültek ki a magyar és lengyel anyagvizsgálók között. Reméljük, hogy a kialakult barátság mindkét részen gyümölcsözően hozzájárul a két ország kohászati iparának fejlődéséhez. Reméljük, mihamarabb viszontláthatjuk lengyel barátainkat és viszonozhatjuk szives vendéglátásukat.

Dr. Bozsai Imre—György István

Pilgerhengerek üregezése

PROHÁSZKA MÁRTON, Csepeli Csőgyár

DK 621. 944. 12. 004. 15

A pilgerhenger üreggörbéjét eddig részben kinematikai, részben geometriai meggondolások alapján számították. E vizsgálatok során az üregben a fogyások valamilyen rendszerét írták elő, s így különböző, egymástól eltérő üregezési elvek alakultak ki, mivel azt a kérdést, hogy az üregben a szenvedő fél, az anyag, a fogyások milyen rendszere szerint alakulna a legszívesebben, senki sem tette fel. Jelen munkánk lényege tulajdonképpen e kérdés felvetésével, s megoldásával határozható meg.

Munkánkban a következő jelöléseket használjuk:

y_0 = nyers cső külső sugara, mm
y_k = kész cső külső sugara, mm
y = az F_x keresztmetszet külső sugara, mm
F_k = kész cső keresztmetszete, mm²
F_0 = nyers cső keresztmetszete, mm²
F_x = pilgerfej X helyén értelmezett keresztmetszet, mm²
F_t = nyújtótüske keresztmetszete, mm²
N = alakítás mértéke (nyújtás)
λ, λ_0 = alakítás mértéke (nyújtás), (külföldi jelölés)
m = előtolás, mm/ford
f_0 = nyers cső falvastagsága, mm
f_k = kész cső falvastagság, mm
l_H = henger kiterített hossza az alapkörön, mm
σ_f = hengerelt anyag folyáshatára, kg/mm²
l, l_A = hossz, úthossz, mm
L_f = belső erők fajlagos alakítási munkája, mmkg/mm²
k = üregezési együttható, $\frac{\text{mmkg}}{\text{mm}^2}$
k_t = üregezési együttható, $\frac{\text{mmkg}}{\text{mm}^2}$
α_k; n_k = üregezési együttható (külföldi szerzők munkáiban)
R = henger sugara, mm
Θ_H = harapórész középponti szöge, °
Θ_s = simítórész középponti szöge, °
v_{ox}; V_x = sebesség, mm/s
ω = szögsebesség, °/s
n = fordulatszám, ford/perc
k_k = közepes alakítási ellenállás, kg/mm²
α = befogási szög, °
μ = súrlódási tényező
V = térfogat, mm³
a = transzláció jellemzője
t = idő, s

Az alakítás jellegét meghatározó differenciál-egyenlet bevezetése

A pilgerhengerlés olyan képlékeny alakítás, amelyben az F_0 keresztmetszetű nyers cső a pilgerfej alakján szemlélhető keresztmetszetek sorozatán megy keresztül, míg végül az F_k keresztmetszetű kész méretet eléri. A leírt alakváltozás jellemzője a belőle származó meghosszabbodás. A nyerscső azért nyúlik meg, mivel az anyagot a szerszám állandóan változó s csökkenő keresztmetszetein kényszerítjük át. S mivel az üregkeresztmetszet az üreg helyének függvénye, nyilvánvaló, hogy kereshetjük, fizikailag értelmezhetjük, s matematikailag meghatározhatjuk a nyújtásnak — az üreg helye szerinti változása — törvényszerűségét, a $\frac{\partial N}{\partial x}$ differenciálhányadossal. Jelölésünk szerint N az alakítás mértéke, fizikai megfogalmazásban a nyújtás, mely matematikailag

$$N = \frac{F_0}{F_x} = \frac{y_0^2}{y^2} \tag{1}$$

vagy a nyerscső kihengerlésekor

$$N = \frac{F_0}{F_x} = \frac{y_0^2\pi - F_t}{y^2\pi - F_t} \tag{2}$$

egyenlettel adható meg. Látható, hogy N közvetlenül x-től, az üreg helyétől nem függ, ezért a keresett differenciálhányadost csak parciálisan lehet meghatározni, a

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{\partial N}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial x}, \tag{3}$$

illetőleg

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{\partial N}{\partial F} \cdot \frac{\partial F}{\partial x} \tag{4}$$

egyenletek szerint.

E parciális alakból lényeges következtetés vonható le. Látható, hogy az alakítás mértékének, N-nek az üreg helye szerinti változása függ egyrészt a nyújtásnak a fogyás szerinti, valamint a fogyásnak az üreg helye szerinti változásától.

S mivel általánosan

$$\frac{\partial N}{\partial y} = -\frac{2y_0^2}{y^3} \tag{5}$$

vagy

$$\frac{\partial N}{\partial y} = -\frac{2y\pi(y_0^2\pi - F_t)}{(y^2\pi - F_t)^2} \tag{6}$$

$$\frac{\partial N}{\partial F} = -\frac{F_0}{F_x^2} \tag{7}$$

ezért a nyújtásnak — az üreg helye szerinti változása — törvényszerűségét két egymással ekvivalens egyenlettel adhatjuk meg:

$$\left.\frac{\partial N}{\partial x} = -\frac{2y_0^2}{y^3} \cdot \frac{\partial y}{\partial x}\right| \tag{8}$$

$$\left.\frac{\partial N}{\partial x} = -\frac{2y\pi(y_0^2\pi - F_t)}{(y^2\pi - F_t)^2} \cdot \frac{\partial y}{\partial x}\right| \tag{9}$$

vagy

$$\frac{\partial N}{\partial x} = -\frac{F_0}{F_x^2} \cdot \frac{\partial F}{\partial x} \quad \text{szerint.} \tag{10}$$

Történeti áttekintés

A pilgerhengerlés elméleti alapját *Gráhl*[1] rakta le [3]. Azt a nézetet vallotta, hogy az üreggörbének parabolának kell lennie.

[1] A jelölt esetekben a viszonyok vizsgálatát az (1) képlet alapján végezzük — F_t elhanyagolásával — mert így az összefüggések egyszerűbbek, s jobban áttekinthetők

Ha az üreggörbe egyenlete egy általános parabola

$$y = Ax^2 + Bx + y_k,$$

akkor a vele jellemzett üregben a nyújtásnak az üreg helye szerinti változását a

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{2y_0^2(2Ax + B)}{(Ax^2 + Bx + y_k)^3}$$

egyenlet adja. A differenciál-hányados pozitív előjeléből, s abból, hogy x csökkenésével a nevező nagyobb mértékben csökken mint a számláló, láthatjuk, hogy a pilgerfejben a nyújtás állandóan nő, éspedig az üreg helyének magasabbrendű függvénye szerint.

Lobkovitz[1] [3] az üregprofil egyenletére hiperbolát javasolt.

Ha a hiperbola általános egyenlete

$$y = \frac{y_0}{Bx + 1},$$

akkor

$$\frac{\partial N}{\partial x} = 2B(Bx + 1)$$

A kapott eredményből látható, hogy a nyújtás az üreg helye függvényében itt is növekszik, de a növekedés már csak lineáris.

Celikov, A. J. és *Irosnyikov, A. J.* szerzők az üreg egyenletét

$$F_x = \frac{F_0}{\left(x \ln \frac{\lambda}{m}\right) + 1} \qquad (11)$$

alakban adták meg [1]. Könnyű bizonyítani, hogy az egyenlet az üregben a nyújtás állandóságának feltételét kielégíti. Rendezve :

$$\frac{F_0}{F_x} = N = 1 + x \ln \frac{\lambda}{m}$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \ln \frac{\lambda}{m} = \text{konstans.}$$

Celikov és *Irosnyikov* ezután olyan egyenletet kerestek, melyben a nyújtásnak az üreg helye szerint vett első differenciálja nem konstans, hanem lineáris. Azt állították, hogy e feltételt az

$$F_x = \frac{F_0}{1 + \frac{x}{m} \ln(\lambda_0 + \alpha_k x)} \qquad (12)$$

egyenlet kielégíti. Bár e tévedést *Teterin* [1] közvetett módon bizonyította, a közvetlen bizonyítást az alantiakban adjuk meg.

A (12) egyenlet átrendezve

$$N = \frac{F_0}{F_x} = 1 + \frac{x}{m} \ln(\lambda_0 + \alpha_k x)$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{1}{m} \ln(\lambda_0 + \alpha_k x) + \frac{\alpha_k x}{m(\lambda_0 + \alpha_k x)} \qquad (13)$$

A [13] egyenletből látható, hogy ez nem elégíti ki a linearitás feltételét. A helyes megoldást

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \lambda_0 \pm \alpha_k x$$

alakban kellett volna megkapni, amelyből

$$N = \frac{F_0}{F_x} = 1 + x\left(\lambda_0 \pm \frac{\alpha_k x}{2}\right)$$

adódik. *Celikov* és *Irosnyikov* [11] képletére azonban külön felhívjuk a figyelmet, mert jelentősége a későbbiek folyamán látható lesz. A [11] képlet hiányossága ugyanis csak az, hogy olyan jellemzőt tartalmaz, mint az m előtolás, melynek megengedhető nagysága előre nem határozható meg.

Grüner a hengerkaliber egyenletére a következő exponenciális alakot közli [2] :

$$y = \frac{y_0}{e^{bx}}$$

Rendezve

$$\frac{y_0^2}{} = N = e^{2bx}$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} = 2be^{2bx}$$

Grüner[1] azért, hogy az alakítás mértékének az üreg helye mentén bekövetkező nagymérvű növekedését elkerülje, a b értékét úgy választotta meg, hogy ez utóbbi zéró felé tartson. Ezért itt

$$b = \frac{\ln \frac{f_0}{f_k}}{l_H} \ll 1$$

Teterin volt — tudomásunk szerint — az első, aki a nyújtásnak az üreg helye szerinti lineáris csökkenését írta elő az alanti egyenlettel [1] :

$$\frac{\partial N}{\partial x} = A\left(1 - \alpha_k \frac{x}{l_H}\right),$$

melyből az üregalakot az

$$\int_{N=1}^{N=N} \partial N = A \int \left(1 - \alpha_k \frac{x}{l_H}\right) \mathrm{d}x,$$

egyenlet adja. Ebből

$$N - 1 = A \int \left(1 - \alpha_k \frac{x}{l_H}\right) \mathrm{d}x$$

azaz az üregalakot kiterítve az

$$F_x = \frac{F_0}{A \int \left(1 - \alpha_k \frac{x}{l_H}\right) \mathrm{d}x + 1}$$

alakban kapjuk meg.

E rövid történeti áttekintés alapján világosan látható, hogy eddig minden elmélet csak annyiban különbözött egymástól, hogy a szerzők az üregben a nyújtások valamilyen önkényesen választott rendszerét írták elő. Megmutattuk, hogy szubjektív megítélés alapján a nyújtásnak az üreg helye szerinti változása :

1. magasabbrendű növekedését *Grüner, Grahl,*
2. lineáris növekedését *Lobkovitz,*
3. állandóságát *Celikov* és *Irosnyikov*
4. lineáris csökkenését *Teterin*

írta elő, hogy csak az általunk is ismert nevesebb szerzőket említsük meg. Célszerűnek láttuk, hogy a viszonyokat más nézőpontból közelítsük meg.

A hengerprofil meghatározásának irányelvei

Alakítás közben a fellépő erők hatására az anyag megnyúlik, s maradó alakváltozást szenved, amihez munkavégzés szükséges. A végzett munka két részre bontható. Az egyik részt az alakváltozás emészti fel, a másik rész pedig az alakváltozás lebonyolításának kedvező, vagy kedvezőtlen körülményeitől függő, kisebb vagy nagyobb veszteségből áll. Nyilvánvaló, hogy hengerléskor az alakítási munka szükséges minimumának feltételét kell az üregnek megvalósítania.

A külső erőknek az alakításkor végzett összes munkájából a tiszta alakváltoztatásra fordított hányad a belső erők fajlagos deformációs munkája alapján meghatározható az alábbi egyenlettel:

$$\int_{L_f=0}^{L_f} \partial L_f = k_k l \int_{N=1}^{N=N} \partial N$$

Ha k_k-et — jó közelítéssel — σ_f-fel vesszük azonosnak, s a továbbiakban a nyújtást N-et $l = 1$ mm egységnyi hosszra vonatkoztatjuk, ahol $lN = N$ mm dimenzionálisan értelmezhető, akkor a belső erők fajlagos deformációs munkáját — elemi mennyiségekkel — a

$$\partial L_f = \sigma_f dN \tag{14}$$

egyenlettel határozhatjuk meg.

Keressük meg ezek után, hogy az üregben, az üreg helyének függvényében, a belső erők fajlagos alakváltoztató munkájának milyen feltétele elégítené ki az alakítás legkedvezőbb viszonyait. Kézenfekvő volt az a feltevés, hogy a belső erők fajlagos alakváltoztató munkájának az üreg helye szerinti változása legyen konstans. E feltételt matematikailag a

$$\frac{\partial L_f}{\partial x} = k$$

egyenlet elégíti ki. Behelyettesítve a (14) egyenlet

$$\frac{\sigma_f dN}{dx} = k \text{ alakot ölt.}$$

Ez szétválasztással megoldható differenciálegyenlet, melynek megoldása

$$\sigma_f (N-1) = kx$$

Behelyettesítve a (2) egyenlet, s rendezve:

$$N = \frac{F_0}{F_x} = \frac{k}{\sigma_f} x + 1$$

Könnyű észrevenni, hogy a kapott eredmény alakja tökéletesen egyezik *Irosnyikov* már említett (11) képletével.

Ha bevezetjük a

$$\frac{k}{\sigma_f} = \varrho \tag{15}$$

jelölést, akkor az

$$N = \varrho x + 1 \tag{16}$$

egyenlethez jutunk. E képletben a ϱ-t meg is tudjuk határozni a befogási szög előírásával.

Ugyanis a befogási szög $\operatorname{tg} \alpha = \mu$

Így tehát

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = \mu > \frac{dy}{dN} \cdot \frac{dN}{dx}$$

A (16) egyenletből

$$\frac{dN}{dx} = \varrho$$

A (6) egyenletből

$$\frac{dy}{dN} = -\frac{(y^2\pi - F_t)^2}{2(y_0^2\pi - F_t)(y\pi)}$$

Így tehát

$$\left|\frac{dy}{dx}\right| = \operatorname{tg} \alpha = \mu = \varrho \frac{(y^2\pi - F_t)}{2y\pi(y_0^2\pi - F_t)}$$

Mivel befogáskor $y = y_0$, ezért

$$\varrho = \frac{2\mu}{y_0 - \dfrac{F_t}{\pi y_0}}$$

E levezetés eredményeként az üregalak egyenlete

$$F_x = \frac{F_0}{\dfrac{2\mu}{y_0 - \dfrac{F_t}{y_0\pi}} x + 1} \tag{17}$$

A kapott eredményből leolvasható, hogy adott nagyságú alakítás s hengerátmérő megválasztása után a harapószakasz középponti szöge már nem vehető tetszés szerint fel, mivel azt a (17) egyenlet egyértelműen meghatározza. Ha a harapórész középponti szögét mégis a (17) egyenlettel meghatározott nagyság alá csökkentjük, akkor a

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{k}{\sigma_f}(1 + n_k x) \tag{18}$$

Ha pedig növeljük, akkor a

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{k}{\sigma_f}(1 - n_k x) \tag{19}$$

egyenlet szerint fog az üregben a fogyasztási rendszer alakulni.

A (18) egyenlet az alakítás rosszabb viszonyait valósítja meg, és kisebb előtolást tesz lehetővé a (19) egyenlet fordítva.

Szükségszerűen felmerül a kérdés, hogy az eddigi levezetésünk alapján kapott egyenletek (19), (18), (17) teljes értékű megoldások lehetnek-e?

Nyilvánvalóan nem, hiszen a fajlagos alakváltoztató munka tetszés szerinti hosszabb vagy rövidebb idő alatt végezhető el.

Belátható, hogy a hengerlés nem más, mint az F_0 keresztmetszetű hüvely görbületi sugarának állandó — s a pilgerfej alakján szemlélhető — folyamatos változtatása. Az anyag szempontjából nyilvánvalóan nem mindegy, hogy ezt a görbületi sugárváltozást mennyi idő alatt végeztetjük el. Tehát csak az alakítási teljesítmény vizsgálata adhat teljes értékű megoldást, már csak azért is, mert a jellemzők szélesebb, s komplexebb kapcsolatát ez határozza meg. Keresni kezdtük tehát a belső erők fajlagos alakváltoztató munkájának az idő szerinti ama változását, mely feltehetően az anyagra nézve szükségszerű és megengedhető.

Feltételezzük, hogy az alakítási teljesítmény állandóságának előírása ezt meg fogja valósítani. E

feltétel matematikai megfogalmazása a következő egyenlethez vezet :

$$\frac{\partial L_f}{\partial t} = k_t \qquad (20)$$

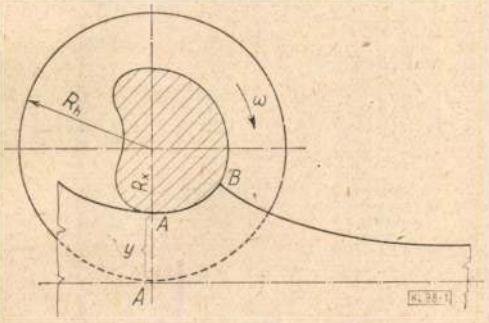
Ha a (20) egyenletbe a (14) egyenletet behelyettesítjük,

$$\frac{\sigma_f \mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = k_t$$

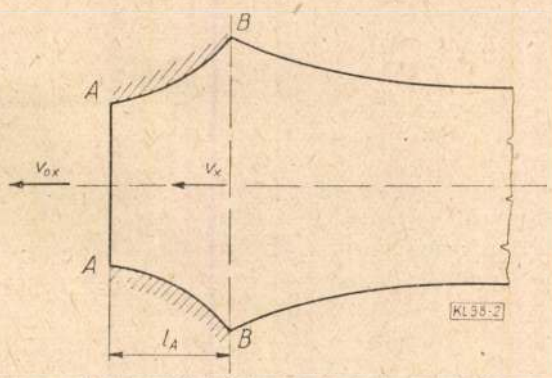
egyenlet adódik. Parciálisan

$$\frac{\sigma_f \mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = \frac{\sigma_f \mathrm{d}N}{\mathrm{d}F} \cdot \frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}x} \cdot \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = k_t \qquad (21)$$

Látható, hogy ez a már elemzett (4) egyenletnek a $\mathrm{d}x/\mathrm{d}t$ tényezővel való bővülését jelenti, mely az alakítási sebesség vízszintes komponense. Ha az *1. ábra* alapján megrajzoljuk a hengerlés egy



1. ábra. A hengerlési folyamat egy közbenső helyzete



2. ábra. A hengerlési folyamat egy közbenső helyzetében alakított anyag része

tetszőleges állapotát jelentő AB érintkezést a *2. ábrában*, s azt vizsgálat alá vesszük, akkor a következőket állapíthatjuk meg :

A hengerből éppen kilépő AA sík sebességét — a csúszás elhanyagolásával — jó közelítéssel adja a $V_{ox} = R_x\omega$ egyenlet.

Most állítsuk meg gondolatban a hengert, s az $\widehat{AB}$ ívvel meghatározott keresztmetszetek mozgását vizsgáljuk úgy, mintha azt az AA sík középpontjában ható külső erő hozná létre. Alakításkor az AA sík egyszerre indul meg a BB síkkal, s az alakítás befejezésével a síkok egyszerre is állanak meg, azonban míg az AA síknak t idő alatt Nl_A utat kell megtennie, addig a BB sík csak l_A utat fut be (2. ábra). S mivel a két sík mozgásideje azonos, felírható, hogy

$$t = \frac{Nl_A}{V_{ox}} = \frac{l_A}{V_x}.$$

Rendezés után pedig : $V_{ox} = NV_a$

Látható, hogy a két sík sebessége különböző. A két sík sebesség-különbsége az alakítás tényéből származik, s ez az alakítási sebesség vízszintes komponense. Felírható tehát, hogy

$$\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = V_{ox} - V_x = V_{ox}\left(1 - \frac{1}{N}\right)$$

Ha a (21) egyenletbe a kapott eredményt, továbbá (7) egyenletünket behelyettesítjük, adódik

$$-\sigma_f \frac{F_0}{F_x^2} \cdot \frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}x} \cdot V_{ox}\left(1 - \frac{1}{N}\right) = k_t \qquad (22)$$

Azonban $V_{ox} = R_x\omega$.

$$R_x = R - y \qquad (23)$$

$$y = \sqrt{(F_x + F_t)\frac{1}{\pi}} \qquad (24)$$

Ha a (23), (24) eredményünket a (22) egyenletbe visszahelyettesítjük, a következő egyenlethez jutunk :

$$V_{ox} = \omega\left(R - \sqrt{(F_x + F_t)\frac{1}{\pi}}\right) \qquad (25)$$

Ha a (25) egyenletünket a (22)-be visszahelyettesítjük, s elvégezzük N-nek a (2) szerinti átalakítását, akkor

$$-\sigma_f\omega \frac{F_0}{F_x^2}\left[R - \sqrt{\left(F_0 + F_t\frac{1}{\pi}\right)}\right]\left[1 - \frac{F_x}{F_c}\right]\frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}x} = k_t,$$

mely egy szétválasztással megoldható differenciálegyenlet. A négyzetgyökös tényező azonban az integrálást nehézzé tenné, s a kapott végső megoldás az egyes paraméterek közötti kapcsolat felismerését megnehezítené. Ezt elkerülendő, közelítéssel élünk, melynek hibáját meg tudjuk határozni. Ugyanis, ha képletünkben

$$\frac{F_x}{F_t} < 1,$$

akkor — a négyzetgyök alatti kifejezést binomiális sorba fejtve — adódik, hogy

$$\sqrt{\frac{F_t}{\pi}}\left[\sqrt{1 + \frac{F_x}{F_t}}\right] \approx \left[1 + \frac{F_x}{2F_t}\right]\sqrt{\frac{F_t}{\pi}} \qquad (26)$$

Így egyenletünk végső alakja

$$-k_t = \omega\sigma_F \frac{F_0}{F_x^2}\left[\left(1 - \frac{F_x}{F_0}\right)\left\{R - \sqrt{\frac{F_t}{\pi}}\left(1 + \frac{F_x}{2F_t}\right)\right\}\right]\frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}x}$$

Az egyenlet rendezése, integrálása, a kezdeti feltétel :

$$x = 0 \qquad N = \frac{F_0}{F_x} = 1$$

behelyettesítése után a megoldás :

$$\frac{k_t x}{\sigma_f \omega} = A(N-1) - (A + C)\ln N + C\frac{N-1}{N} \qquad (27)$$

Az egyenletben

$$A = R - \sqrt{\frac{F_t}{\pi}} \qquad C = \sqrt{\frac{F_0^2}{4\pi F_t}}$$

A k_t üregezési együttható meghatározható $x = R\Theta_H$ behelyettesítésével,

$$k_t = \frac{\sigma_f \omega}{R\Theta_H}\left\{A(N-1) - (A+C)\ln N + C\frac{N-1}{N}\right\}$$

alakban.

A k_t üregezési együttható megengedhető nagyságát — a tapasztalatok felhasználásával — meg tudjuk határozni a $\frac{\partial L_f}{\partial t} = k_t$ kifejezés integrálása után, melybe, ha a kezdeti feltételt : $t = 0$ és $N = 1$ behelyettesítjük, akkor a

$$k_t = \frac{\sigma_f (N-1)}{t}$$

egyenlethez jutunk. Mivel

$$\omega = \frac{\Theta_H}{t} = \frac{n\pi}{30},$$

ezért

$$t = \frac{30\,\Theta_H}{n\pi},$$

visszahelyettesítése után a következőt kapjuk:

$$k_t = \frac{\sigma_f (N-1) n\pi}{30\,\Theta_H}$$

Ha e képletbe egy közismerten jó hengerlés jellemzőit helyettesítjük be, akkor az így kapott k_t-vel üregezett bármely más henger az alakítás hasonlóan jó viszonyait fogja megvalósítani.

Ezek után határozzuk meg az üreggörbe nyújtási rendszerét :

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{1}{\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}N}}$$

A (27) egyenletből

$$\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}N} = \frac{\sigma_f \omega}{k_t}\left(A - \frac{A+C}{N} + \frac{C}{N^2}\right),$$

azaz

$$\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}x} = \frac{k_t}{\sigma_f \omega}\left(\frac{1}{A - \frac{A+C}{N} + \frac{C}{N^2}}\right) \qquad (28)$$

A (28) egyenletből látható, hogyha $N = 1$ akkor $\mathrm{d}N/\mathrm{d}x = \infty$, ha $N = \infty$ akkor $\mathrm{d}N/\mathrm{d}x = \frac{k_t}{\sigma_f \omega} \cdot \frac{1}{A}$ - hoz tart.

Vagyis a nyújtásnak a hely függvényében való változása csökken $\frac{k_t}{\sigma_f \omega} \cdot \frac{1}{A}$-ig, azaz a függvény egy folyamatosan csökkenő görbét ad, de a csökkenés nem lineáris.

Természetesen végtelen nagy nyújtással kezdeni nem lehet. Ezért függvénytranszlációt kell végezni, melynek nagyságát a befogási szög előírásával határozzuk meg.

Ugyanis

$$\operatorname{tg}\alpha = \mu \geq \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}y} \cdot \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}N}}$$

A (27) egyenletből

$$\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}N} = \frac{\sigma_f \omega}{k_t}\left(A + \frac{A+C}{N} + \frac{C}{N^2}\right)$$

$$\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}y} = -\frac{2y\pi(y_0^2\pi - F_t)}{(y^2\pi - F_t)^2}$$

és ebből kifolyóan

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{(y^2\pi - F_t)^2 k_t}{2y\pi(y_0^2\pi - F_t)\left(A - \frac{A+C}{N} + \frac{C}{N^2}\right)\sigma_f \omega}$$

Bekapatáskor $y = y_0$

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{\left(y_0 - \frac{F_t}{y_0\pi}\right)k_t}{2\left(A + \frac{A+C}{N} + \frac{C}{N^2}\right)\sigma_f \omega} \qquad (29)$$

A (29) egyenletből látható, hogy függvénytranszláció nélkül $N = 1$ helyen $\operatorname{tg}\alpha = \infty$ lenne.

Ha a függvényt a értékkel toljuk el, akkor az üregezés két egyenletét

$$\mu = |\operatorname{tg}\alpha| = \frac{\left(y_0 - \frac{F_t}{y_0\pi}\right)k_t}{2\left(A - \frac{A+C}{N+a} + \frac{C}{(N+a)^2}\right)\sigma_f \omega} \qquad (30)$$

$$k_t = \frac{\sigma_f \omega}{R\Theta_H}\left[A(N+a-1) - (A+c)\ln(N+a) + c\frac{N+a-1}{N+a}\right] \qquad (31)$$

alakban kapjuk.

A kapott egyenletek szerint igen könnyű kalibrálni. A (31) egyenlet alapján a felvételével beállítjuk k_t értékét. k_t meghatározása után, a (30) egyenlet alapján megvizsgáljuk, hogy a

$$x = \frac{\sigma_f \omega}{k_t}\left[A(N+a-1) - (A+c)\ln(N+a) + c\frac{N+a-1}{N+a}\right] \qquad (32)$$

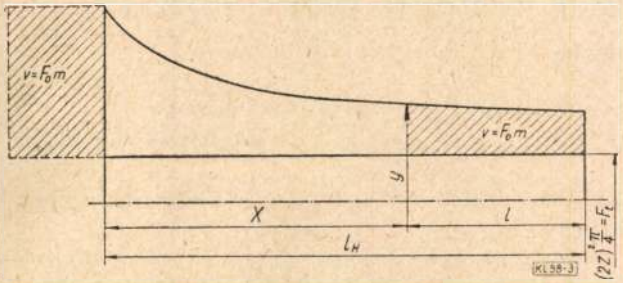
egyenletben N-nek tetszés szerinti értékeket adva, megkapjuk az N-hez tartozó abszcissza X helyét. Az abszcisszához tartozó ordinátát a felvett N-re az

$$y = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{F_0}{N} + F_t}$$

egyenletből számítjuk ki. Ezzel az üreggörbe kiterített alakját már meg is határoztuk.

A (32) egyenletből kiderül, hogy az üregprofilnak az előtolás nem jellemzője. Ebből arra következtethetünk, hogy az előtolásnak csak üreggeometriai jelentősége van. E megállapítás a *3. ábra* alapján könnyen belátható. Ugyanis ha a bekapatási szög megfelelő-e. Ha nem, vagy az a vagy egyéb jellemzők (R, σ_f, ω, Θ_H, I_0, k_t) helyesbítésével kell a követelményeket kielégíteni.

Ezután az



3. ábra. Pilger henger kaliber görbéje kiterítve. (Pilger fej)

hengernek az alakításban résztvevő középponti szögét $\Theta_H + \Theta_S = 180°$-nak vesszük, akkor a Θ_H középponti szöghöz tartozó $l_H = R\Theta_H$ pilgerfej-hosszt és alakot a 3. ábra mutatja. Kézenfekvő, hogy a következő hengerfordulat során $V = F_0 m$ anyagtérfogatot a pilgerfejbe a fej változása nélkül csak úgy lehet behengerelni, ha egyúttal a pilgerfej végéből $V = F_0 m$ anyagtérfogatot belenyomunk a simító részbe. A pilgerfej alakjából látható, hogy ez a körülmény szükségszerűen megköveteli azt, hogy a simító szakasz meglehetősen nagy nyújtást végezzen el. A fentiek alapján az előtolás két feltétele fogalmazható meg :

1. A $V = F_0 m$ térfogat maximális nagysága nem haladhatja meg a simítórész térfogatát,

2. Az alakítás (nyújtás) mértéke a simító részben egy optimális értéknél nagyobb nem lehet.

Az első feltételt matematikailag az $F_0 m = R\Theta_S(y_k^2 - F_t)$ egyenlet határozza meg.

A második feltételt pontosan nem tudjuk megadni, mert (32) egyenletünk explicit alakban — $N = f(x)$ — nem állítható elő. Így a simító szakaszban megvalósítandó

$$N = \frac{y^2\pi - F_t}{y_k^2\pi - F_t} \qquad (33)$$

nyújtás nagyságának pontos meghatározásához szükséges y sem számítható ki.

Nagy hibát nem jelent, ha a pilgerfej felrajzolása után (3. ábra) a kúp- és hengertérfogat különbsége alapján meghatározzuk azt az l hosszt, amelynek térfogata éppen $F_0 m$. Az l hossz ismeretében az x közelítő értéke a rajzból lemérhető.

Ennek ismeretében a (33) egyenlet meghatározható. A kapott számszerű érték a hengerátmérő függvényében $N = 1{,}05 \sim 1{,}4$ lehet.

Összefoglaló

Jelen munkánk jelentőségét röviden 3 pontban lehet összefoglalni :

1. Bevezettük azt a differenciálegyenletet, mellyel a pilgerhengerlés folyamatának leírása s tárgyalása jelentékenyen egyszerűbbé vált.

2. A belső erők fajlagos alakváltoztató munkájának a hely, illetve az idő szerint vett első differenciálhányados állandóságának feltétele alapján kapott kaliberegyenlet a hengerlés alapvető jellemzői között fennálló kapcsolatra mutat rá.

3. Vizsgálataink alapján látható, hogy a legkülönbözőbb hengerlési jellemzők (hengerátmérő, fordulatszám, harapórész középponti szög, anyagminőség, fogyasztási rendszer stb.) sem zárják ki a jó hengerlés feltételét, ha e jellemzők összhangja nem lépi túl az alakítási teljesítmény k_t egy optimális értékét.

Megemlítjük, hogy a (32) képletünk üregezésre csak akkor használható, ha $F_0/F_k < 1$; ellenkező esetben a (24) függvény binomiális sorba nem fejthető, enélkül kell az integrálást elvégezni, s az üreg egyenletét a (22) egyenletből meghatározni.

IRODALOM

[1] *Teterin, P. K.:* Pilgerhengerek üregezése. Sztál 1951. 3. szám, Moszkva, Metallurgizdat.

[2] *Grüner, Paul:* Das Walzen von Hohlkörpern und Kalibrieren von Werkzeugen zur Herstellung nahtloser Rohre. 1959. Springer Verlag Berlin (Göttingen) Heidelberg.

[3] *Scheurer, W.—Grüner, P.—Pomp, A.:* Az alakítás folyamata, az üregezés hatása és hengerlő plattírozás a pilgereljárás során. Stahl und Eisen Düsseldorf, 1951. júl. 19.

Műszaki eseménynaptár

Ápr. 5. 95 éve (1869) született *Csapligin, Szergej Alekszejevics* szovjet-orosz mérnök (megh. 1942), akadémikus, a repülés egyik jelentős úttörője.

6. 150 éve (1814) született *Ybl Miklós* magyar építész, a XIX. sz. második felének legnagyobb magyar mestere (megh. 1891). Főműve a budapesti Operaház, a Fővámház (ma Marx Károly Közg. Egyetem), a Bazilika stb.

8. 45 éve (1919) halt meg Eötvös Lóránd a legnagyobb magyar fizikus (szül. 1848), a torziós inga megalkotója.

8. 100 éve (1864) sikerült *Martin, Emilnek* és *Martin, Pierrenek* (apa és fia) Angouléme melletti Sireuili acélgyárban láng kemencében acélt előállítani. Az olvasztás sikeréhez hozzájárult a Siemens, Wilhelm által javasolt regeneratív tüzelés.

14. 335 éve (1629) született *Huyghens, Christian*, holland fizikus és matematikus (megh. 1695), az ingaóra feltalálója, a valószínűség számítás megalapítója.

20. 60 éve (1904) kezdte meg működését a kaposztásmegyeri vízmű.

24. 40 éve (1924) halt meg *Zielinszky Szilárd* gépészmérnök, műegyetemi tanár, az első magyar műszaki doktor (szül. 1860), a Magyar Mérnöki Kamara megalapítója és első elnöke, a vasbeton építkezés hazai meghonosítója (a Margitszigeti víztorony, Zeneakadémia nagyterme).

25. 220 (1774) halt meg *Celsius, Anders* svéd fizikus (szül. 1701), aki a hőmérő fagypont és forráspont közti távolságot 100 egyenlő részre osztotta.

25. 90 éve (1874) született *Marconi, Guglielmo* Nobel-díjas olasz fizikus (megh. 1937), a drótnélküli hírközlés egyik megvalósítója.

26. 85 éve (1879) kezdte meg működését Párizsban *Puskás Tivadar* által feltalált és létrehozott telefonközpont.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII., Múzeum u. 17.). Tájékoztatást ad : Pap János. Tel.: 336-309.

Melegduzzasztási kísérletek rézzel, közepes alakváltozási sebességeken*

Dr. BELLA EDE a műszaki tudományok kandidátusa és GULYÁS JÓZSEF tudományos munkatárs

DK 669.34 : 620.178.6

A fémfélgyártmányok előállítási módszereinek rohamos fejlődése és a korszerű képlékenyalakító berendezések tervezése az alakító folyamatok mind pontosabb megismerését teszi szükségessé. A melegalakítás folyamata különösen bonyolult. Ennek megismerésére főként az 50-es években különböző célkitűzéssel több kísérletet végeztek. Réz melegalakításával az alább felsoroltak foglalkoztak : *Szokolov*, [1], [2] *Alder* és *Phillips* [3] különféle hőfokon, 40—50% alakításig különféle alakváltozási sebességekkel végzett duzzasztási kísérletekkel a réz alakítási szilárdságának változását határozták meg és a kiszámítására különféle összefüggéseket állapítottak meg. *Zlotin* és *Berman* [4] húzópadon melegnyújtással hasonló céllal végzett kísérleteket. *Blain, Rossard, Hardwich, Tegart* [5], [6] kísérletei melegcsavarással folytak és a feszültségi viszonyok változását a csavarófordulatszám függvényében a csavarónyomaték változásával ábrázolták. A melegduzzasztási és meleghúzási kísérletek során a szövet változásait nem figyelték. A gyakorlati alakító műveletektől lényegesen eltérő csavaró kísérletek során vizsgálták ugyan a szövetváltozásokat, de ezek a gyakorlat számára közvetlenül nehezebben értékelhetők.

Saját kísérletek

A következőkben ismertetésre kerülő kísérletek célja, a korábbi kis sebességű vizsgálatok [7] folytatásaképpen az volt, hogy különféle alakváltozási sebességeken is azonos módon, a gyakorlati alakító műveleteknek leginkább megfelelő duzzasztás segítségével kapjunk a réz melegalakítási viszonyairól egységes képet. Törekvésünk az volt, hogy ez a kép az alakítás alatt közvetlenül keletkezett feszültségeket és az alakítás alatt és után bekövetkező szövetváltozásokat egyaránt ábrázolja, az alakítás mértékének, az alakítási hőmérsékletnek és az alakváltozási sebességnek a függvényében.

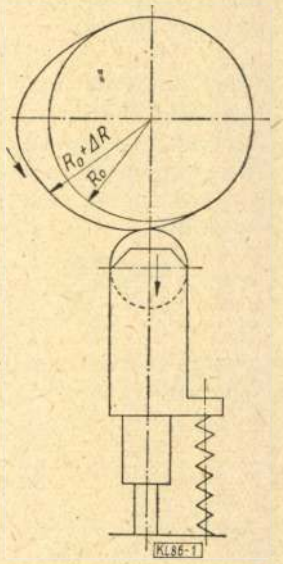
A kísérletek leírása

Az első duzzasztásokat a rendelkezésre álló 25 tonnás körhagyósajtón végeztük, amelynek három használható fordulatszáma volt. Az alakítási sebesség (nyomófejsebesség) átlaga 30—450 mm s^{-1} közt mozgott. Az alakváltozás mértéke 60% volt. Az elektronikusan mért duzzasztási erőkből számított valódi feszültség-alakváltozás görbék értékelésében nehézséget okozott az, hogy az alakítási sebesség a duzzasztás alatt a körhagyósajtó mechanizmusa következtében változott és a folyamat végén a 0-ra csökkent. Ezt a kísérletsorozatot ezért csak előkísérletnek tekintettük.

Abból a célból tehát, hogy a melegalakítás folyamán a sebesség hatása pontosabban megfigyelhető legyen, állandó alakítási sebességre ($v = \frac{dH}{di} = \text{const.}$, időegység alatti állandó deformáció) kellett törekedni, sőt célszerűnek mutatkozott a jobb összehasonlíthatóság érdekében állandó alakváltozási sebességet

$$(\dot{\delta} = \frac{l}{H}\frac{dH}{di} = \frac{v}{H} = \text{const.},$$

időegység alatti állandó fajlagos deformáció) tervezni. A körhagyósajtót úgy kellett ezért átalakítani, hogy a változtatható sugarú mechanizmust egy a v/H = const. viszonynak megfelelő alakú bütykös tárcsa helyettesítse, amely így ellengörgő segítségével a duzzasztást végző nyomófejet állandó alakváltozási sebességgel mozgatja *(1. ábra)*.



1. ábra. A bütykös tárcsával működő duzzasztóprés vázlata

Az így kialakított, annak idején *Orowan* által kezdeményezett plasztométer [8] három sebességi fokozatra készült, v/H = 0,89, 1,25 és 1,78. Miután a körhagyó-sajtó három fordulatszámmal járatható, összesen kilenc sebességi fokozat állt rendelkezésre. Az *1. táblázatban* láthatók az alakváltozási sebességek, a tervezéshez használt átlagos alakítási sebességekkel együtt. A tényleges alakváltozási sebességek az alakítási folyamat túlnyomó részében — a mérések szerint — állandónak bizonyultak. A folyamat első és utolsó szakaszában mutatkozott kisebb csökkenés. Ez az első szakasz kb. 4% alakításig, az utolsó szakasz 2,9% alakításig terjedt, előbbinél a legnagyobb eltérés a

* A Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének 32. sz. közleménye.

1. táblázat

Tervezett és tényleges alakváltozási sebességek ($\dot{\delta}\%s^{-1}$) **és a tervezéshez használt átlagos alakítási sebességek** (v mms^{-1})

Sebesség jele	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Tervezett alakváltozási sebesség, $\dot{\delta}\%s^{-1}$	89	125	178	465	650	750	930	1040	1480
Tényleges alakváltozási sebesség, $\dot{\delta}_e\%s^{-1}$	87	123	175	455	620	746	897	1000	1430
Átlagos alakítási sebességek, v mm$\cdot s^{-1}$ H_0 = 35 mm próbatesttel, ε = 60% alakításon	20	29	41	107	150	173	216	240	340

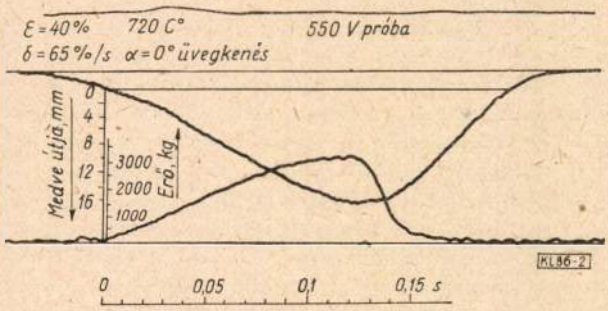
különféle sebességeken 3—10%, utóbbi során 9—14% között mozgott.

A kísérletek anyaga a korábbi kísérleteinkhez [7], [9] hasonlóan 99,94% tisztaságú elektrolitréz volt 0,018% foszfortartalommal és a szokásos szennyezésekkel. A próbatestek melegen sajtolt és hidegen húzott, majd 600 C°-on 1 órán át lágyított 18 mm ⌀-jű, 35 mm hosszú rudakból készültek. A szövetük 0,045—0,05 mm szemnagyságú volt. A körhagyósajtó kisebb teljesítménye miatt a legkisebb fordulatszámon (n = 24 ford/perc), vagyis az *1.*, *2.* és *3.* sebességen, kisebb, 10 mm ⌀-jű, × 20 mm hosszú próbatesteket kellett használni.

A próbákat hőálló acélból készült zárt szerszámban melegítettük elő és duzzasztottuk, ugyanúgy mint a kis sebességű kísérletek alkalmával [7], mégis azzal a különbséggel, hogy a gyors vízbehűtés miatt a csapos megoldást el kellett hagyni. Ez nagymértékben nehezítette, különösen nagyobb alakításkor, az egytengelyű feszültségi állapot elérését. Pedig az alakítás alatti feszültségi viszonyoknak a pillanatnyi feszültségekkel (alakítási szilárdságok) való jellemzése miatt okvetlen erre kellett törekedni. Ezt a próbatest homlokfelületein ható, s az alakítási hőmérsékleten jelentkező viszonyoknak megfelelő összetételű üvegporral végzett kenéssel sikerült elérni. Az üvegporok összetétele az *Alder* és *Phillips* által használt üvegporokhoz [3] hasonló volt, de 700 és 900 C°-on a különböző üvegfajtákat is keverni kellett. Ezenkívül duzzasztáskor a próbatest és a nyomófej teljes központosságára, valamint a nyomólapok igen nagy párhuzamosságára rendkívüli mértékben figyelnünk kellett.

A duzzasztási kísérleteket három alakítási hőmérsékleten 500, 700, 900 C°-on, 10—60% alakítási határok között, *1—9* sebességi fokozattal, kétféle módon, vízben és levegőn hűtve, 3—3 párhuzamos kísérlettel, összesen mintegy 700 próbával végeztük. Annak elkerülésére, hogy a próbatestek túl hosszú ideig legyenek az alakítást megelőzően az alakítás hőfokán, a szerszámot külön kemencében, a próbákat a szükséges hőmérsékletre pedig a már meleg szerszámban egy másik kemencében melegítettük elő. A kemencéből való kivétel és a duzzasztás kezdete közt kb. 2—3 s telt el. Az esetleges lehűlés elkerülésére az előmelegítési hőmérsékletet 520, 720 és 920 C°-ra emeltük. A szerszámok előmelegítési ideje 520 C°-on 50 perc, 720 C°-on 31 és 920 C°-on 19 perc, a 18 mm ⌀-jű × 35 mm hosszú próbák izzítási ideje a szerszámmal együtt 520 C°-on 21, 720 C°-on 16 és 920 C°-on 12 perc, a 10 mm ⌀-jű 20 mm hosszúaké 520 C°-on 13, 720 C°-on 9 és 920 C°-on 7 perc volt.

A gyors vízbehűtés a próba alakítása alatt a szövetének rögzítését célozta. Először a nyomófej mozgásával villamos úton automatikusan vezérelt, mechanikus szerkezet dobta a próbát a vízbe, illetve 10%-os konyhasó vizesoldatba. Később hasonló vezérléssel rugós szerkezet a próbát a hűtő oldatba lőtte. Az utóbbi módszerrel a belövés érdekében, közvetlen duzzasztás előtt a szerszámoldalt el kellett távolítani. Az első esetben az alakítás befejeztétől a vízbeérésig kb. 1 s, a második esetben — villamos jelekkel mérve — 0,012 s telt el. Így az alakítás alatt az állapotot ez utóbbi hűtési mód rögzítette legjobban. A vízben és a levegőn hűtés a sós vízben bekövetkező hűtéshez képest későbbi állapotot rögzített.



2. ábra. Az alakítás alatt keletkező erők és az alakváltozás oszcillogramja

A duzzasztáskor keletkező erőket a hengerlési kísérletek során [9] használt módszerhez hasonlóan mérődoboz és arra felragasztott nyúlásmérőbélyegek segítségével oszcillográffal diagramra rajzoltuk fel. Ugyancsak regisztráltuk a nyomófej mozgásával arányos utat tolóellenállással az oszcillográfhúrra vitt áram segítségével *(2. ábra)*.

A kísérleti adatok értékelése

Feszültségváltozások

Az erő oszcillogramokat úgy értékeltük, hogy az idő függvényében felvett erőgörbéken a ΔH =

$= 2$, 4, 6, 8, 10 mm stb. alakváltozásoknak ($\Delta H = Ho - H$, a fajlagos alakváltozás

$$\varepsilon = \frac{H_0 - H}{H_0},$$

a logaritmusos alakváltozás

$$\delta = ln\frac{H_0}{H})$$

megfelelő pontokat az egyes duzzasztási szakaszoknak megfelelő részidők kiszámításával meghatároztuk. Ezeknél a pontoknál a megfelelő erőket lemértük és az egyes alakváltozásokhoz tartozó és a térfogat állandóságból számított keresztmetszetek segítségével a valódi feszültségeket megállapítottuk.

$$\sigma'_i = \frac{P_i}{F_i},$$

ahol P_i az adott alakváltozáskor mért erő, F_i az ehhez tartozó keresztmetszet, amely

$$F_i = \frac{F_0 \cdot H_0}{H_i}\text{-ből számítható,}$$

ahol F_0 és H_0 a próbatest eredeti keresztmetszete és magassága, H_i az adott alakváltozáskor a magasság, σ_i pedig a számított pillanatnyi valódi feszültség, egytengelyű feszültségi állapoton az alakítási szilárdság, k_f. Az egyes részidőket az

$$i = \frac{\ln\frac{H_i}{H_{i+1}}}{\dot{\delta}} \text{ képlet alapján számítottuk,}$$

melyben H_i az egyes duzzasztási szakaszokban a kiinduló, H_{i+1} pedig a duzzasztás utáni próbatestmagasság, $\dot{\delta}$ az alakváltozási sebesség. Az idő függvényében felvett útgörgékből az alakváltozási sebességet ellenőriztük.

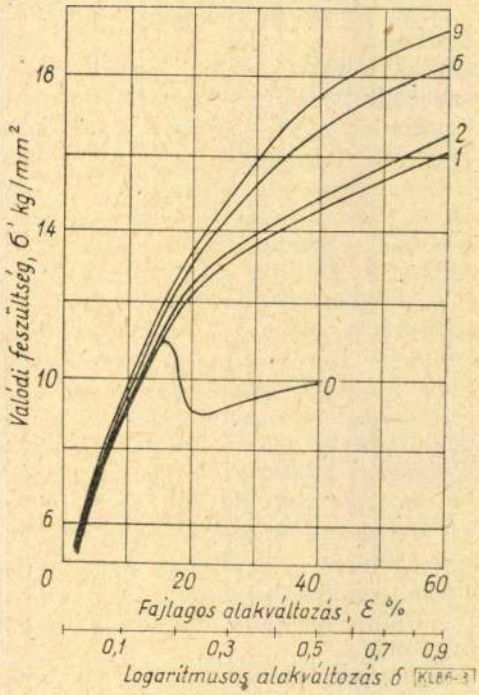
Az erő oszcillogramok részint a sajtolóberendezés (plasztométertárcsák, nyomófej, szerszámok stb.), részint a próbatest rugalmas alakváltozásait is tartalmazzák. A pontosabb feszültségkép érdekében ezek kiküszöbölése volt célszerű. Ezenkívül az aránylag kis lépték miatt a 0,2%, sőt még a 2% deformáción is a görbék kezdeti szakasza nem jól értékelhető. Ezért segédkísérleteket végeztünk mindhárom hőmérsékleten, *1.*, *4.* és *9.* alakváltozási sebességgel, hogy a rugalmas deformációhoz legközelebb eső és a gyakorlatilag még megvalósítható kis képlékenyalakváltozáskor ($\varepsilon = 1{,}5$—$1{,}7\%$) keletkező feszültségeket meghatározzuk. Ezeknek a feszültségeknek, azaz az ezeknek megfelelő erőnek alapján az oszcillogramoknak ezeknél az értékeknél kisebb, kezdeti szakaszát nem vettük figyelembe és a σ'—ε görbék kiinduló pontjaiként a segédkísérlettel meghatározott feszültségeket ($\sigma'_{1,5}$, $\sigma'_{1,7}$) rajzoltuk fel.

Főként a szövetvizsgálatok érdekében a legnagyobb alakváltozáson ($\varepsilon = 60\%$) kisebb alakváltozásokkal ($\varepsilon = 10$, 15, 20, 25, 30, 35 és 40%) is folytattunk kísérleteket, azaz a melegalakítás folyamatát megszakítottuk. Az itt felvett oszcillogramok feszültségi eredményeit a 60%-os alakváltozási kísérleteken felül párhuzamos kísérletsorozatként vettük figyelembe, éspedig a duzzasztott próbatestek számának arányában.

A mindezek alapján szerkesztett, különféle alakítási hőmérsékletre és különféle alakváltozási sebességekre érvényes σ' — ε görbéket a 3., 4. és 5. ábra mutatja. Összehasonlításul, s 0-val jelölve berajzoltuk az ábrákba a korábbi kis alakváltozási sebességgel ($\dot{\delta} = 1\%\ s^{-1}$) végzett kísérletek feszültségi görbéit is. Az abszcisszán a fajlagos alakváltozás mellett a logaritmusos alakváltozást $\left(\delta = \ln\frac{H_0}{H}\right)$ is feltüntettük. A kísérleti eredmények az alábbiakban foglalhatók össze:

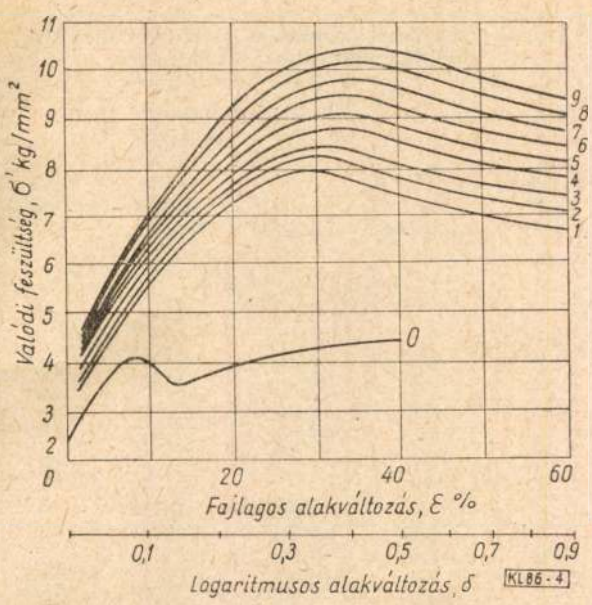
1. Az alakváltozás hatása. Megállapítható, hogy a melegduzzasztás alatt keletkező feszültség az alakítási hőmérséklettől és az alakváltozás sebességétől függően az alakváltozás mértékével változik, mégpedig a kísérletek során az alakváltozások és alakváltozási sebességek határai között:

a) 500 C°-os alakítási hőmérsékleten a feszültség az alakváltozás növekedésével általában az összes sebességeken nő, azaz keményedés lép fel. Csak a legkisebb sebességen ($\dot{\delta} = 1\%\ s^{-1}$) alakul ki keményedési maximum ($\varepsilon = 13$—15% alakváltozás körül), majd ezt csökkenés követi *(3. ábra)*.



3. ábra. A valódi feszültségek változása az alakváltozás függvényében különféle alakváltozási sebességekkel 500 C°-on végzett duzzasztáskor

b) 700 C°-os alakítási hőmérsékleten az összes kísérleti sebességen a feszültség az alakváltozás növekedésével először növekszik, azután keményedési maximum keletkezik, amely után a feszültség ismét csökken. A keményedési maximumok helye a legkisebb, *0* jelű sebességen $\varepsilon = 8\%$-os alakváltozáson van, az *1*—*9.* jelű sebességeken $\varepsilon = 28$—37%-os alakváltozás közt változik *(4. ábra)*.



4. ábra. A valódi feszültségek változása az alakváltozás függvényében, különféle alakváltozási sebességekkel 700 C°-on végzett duzzasztáskor

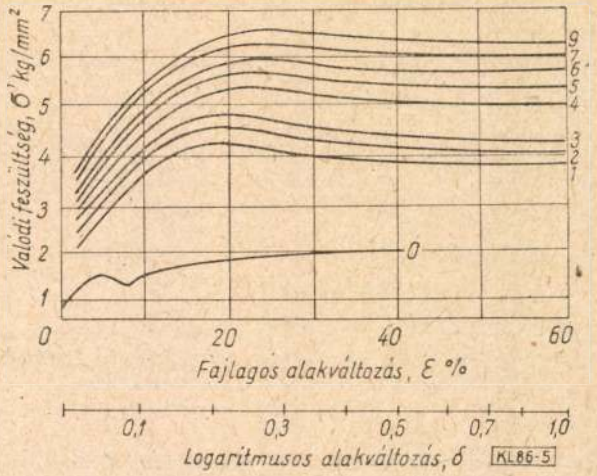
c) 900 C°-os alakítási hőfokon a 700 C°-hoz hasonlóan a kezdeti feszültségnövekedés után keményedési maximumok keletkeznek, ezeket csökkenés követi, majd állandó feszültségszint alakul ki, úgyhogy az alakváltozás további növekedésével a feszültség lényegében nem változik. A feszültségi maximumok helye itt a *0* jelű sebességen $\varepsilon = 5\%$-os alakváltozáson található, az *1—9.* sebességeken $\varepsilon = 17—24\%$-os alakváltozás közt *(5. ábra)*.

2. Az alakítási hőmérséklet hatása abban mutatkozik, hogy növelésével az abszolút feszültségek minden sebességen csökkennek *(6., 7. ábra)*. A százalékos csökkenés az alakváltozás növelésével állandó sebességen fokozódik *(2. táblázat)*. A keményedőképesség $(d\sigma'/d\varepsilon)$ az alakítási hőmérséklet csökkentésével nő, a feszültséggörbék kezdeti szakaszai meredekebbé válnak. A hőmérséklet

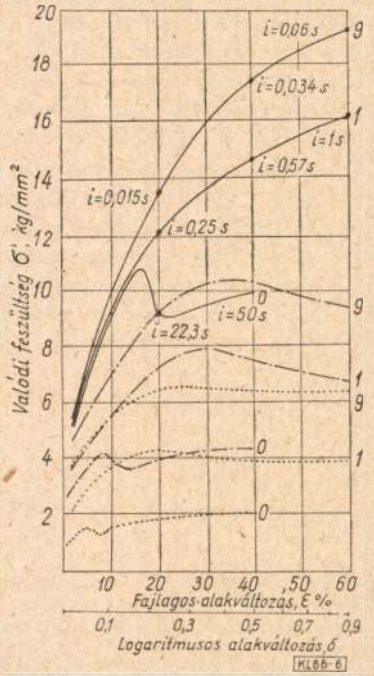
2. táblázat

Feszültségek összehasonlítása azonos alakváltozáskor különféle alakítási hőmérsékleten

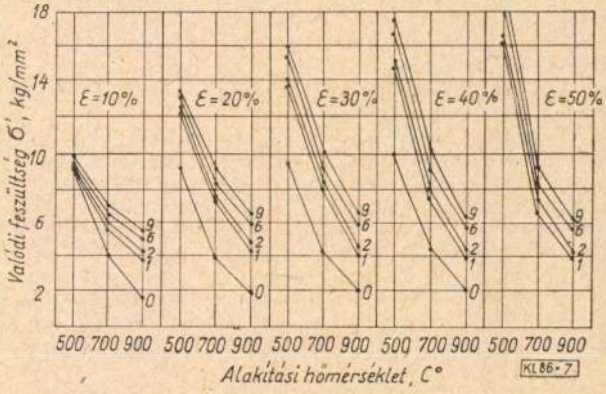
Alakváltozási sebesség jele	500 C°-on	700 C°-on		900 C°-on		Alakváltozás, %
	σ' kg/mm²	σ' kg/mm²	Feszültségcsökkenés, % az 500 C°-os értékekhez képest	σ' kg/mm²	Feszültségcsökkenés, % az 500 C°-os értékekhez képest	
1.	9,2	5,5	40	3,60	61	10
	12,2	7,3	40	4,20	66	20
	13,6	8,0	41	4,00	71	30
	14,7	7,4	50	3,90	73	40
	16,1	6,7	58	3,80	76	60
9.	9,7	7,0	28	5,40	44	10
	13,5	9,2	33	6,50	52	20
	16,0	10,2	36	6,55	59	30
	17,6	10,4	40	6,35	64	40
	19,4	9,4	52	6,25	68	60



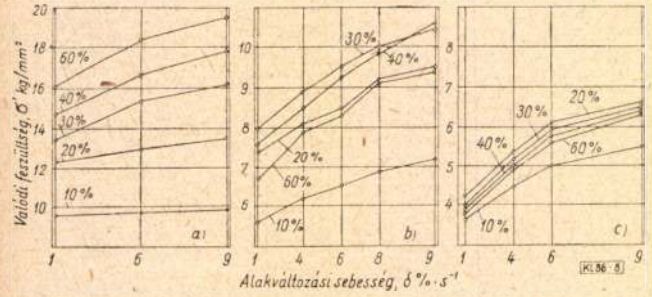
5. ábra. A valódi feszültségek változása az alakváltozás függvényében, különféle alakváltozási sebességekkel 900 C°-on végzett duzzasztáskor



6. ábra. A valódi feszültségek változása az alakváltozás függvényében 0, 1, 9 alakváltozási sebességekkel 500, 700 és 900 C°-on végzett duzzasztáskor
——— = 500 C°, — • — • — = 700 C°, - - - - - = 900 C°



7. ábra. A valódi feszültségek változása az alakítási hőmérséklet függvényében, különféle alakváltozási sebességekkel és alakváltozással végzett duzzasztáskor



8. ábra. A valódi feszültségek ábrázolása az alakváltozási sebességek függvényében különféle alakítási hőmérsékleten és alakváltozással végzett duzzasztáskor
a = 500 C°, b = 700 C°, c = 900 C°

növelésével a keményedési maximumok helyei a kisebb alakváltozás felé tolódnak el és a maximumok s az utána kialakult szintfeszültségek közötti különbségek csökkennek.

3. Az alakváltozási sebesség hatása az alakítási hőmérséklettel ellentétes, vagyis a nagy hőmérséklet és a kis sebesség hatása hasonló. Tehát a sebesség növelésével a feszültségek nőnek (*7.* és *8. ábra*) és a sebességek közötti százalékos feszültség különbség nagyobb hőmérsékleten nagyobb *(3. táblázat)*. A keményedési maximumok helye nagyobb sebességen a nagyobb alakváltozás irányába tolódik el. A sebesség növelésével viszont azonos hőmérsékleten a feszültségmaximumok és az utánuk kialakult feszültségszintek értékkülönbségei csökkennek. Minden alakítási hőmérsékleten kell lennie tehát egy határsebességnek, amelyen a

3. táblázat

Feszültségek összehasonlítása azonos alakításkor különféle alakváltozási sebességen

Alakítási jófok, C°	σ' kg/mm² 1. sebesség	σ' kg/mm² 9. sebesség	Feszültségnövekedés, % a 9. sebességen az 1. seb.-hez képest	Alakváltozás, %
500	9,2	9,50	5,5	10
	12,2	13,50	10,7	20
	13,6	16,00	17,6	30
	14,7	17,60	20,0	40
	16,1	19,40	20,5	60
700	5,5	7,00	27,0	10
	7,3	9,20	26,0	20
	8,0	10,20	28,0	30
	7,4	10,40	40,0	40
	6,7	9,40	40,0	60
900	3,6	5,40	50,0	10
	4,2	6,50	55,0	20
	4,0	6,55	64,0	30
	3,9	6,35	63,0	40
	3,8	6,25	65,0	60

keményedési maximum egy bizonyos alakváltozáson felül állandósul, s amely sebességen felül nincs feszültségcsökkenés, csak keményedés.

(Folytatjuk)

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati szakosztálya II. hó 17-én vezetőségi ülést tartott. Az ülésen résztvettek vendégként *Hammer Ferenc* a Vaskohászati Igazgatóság főmérnöke és *Kondoray Egon* a Szabványügyi Hivatal osztályvezetője, *Pilter Pál* elnök, *Szeless László* alelnök, *Gruber Imre* titkár, *Árkos Frigyes, Éles László, Felföldi Zoltán, Martin Imre, Mácsay József, Nagyenyedi József, Nagy Zoltán, Pőcze László, Szücs Endre, Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Latinák István* a kovács tagozat, *Mester István* az anyagvizsgáló tagozat vezetői, *Horváth Gyula* a csepeli csoport titkára, *Szopkó László* az ózdi csoporttitkár helyettese.

Pilter Pál elnök az ülést megnyitva keresetlen szavakkal melegen üdvözölte *Hammer Ferencet* és *Kondoray Egont* s kérte őket, hogy a szakosztály munkáját a jövőben támogassák.

Ezután *Felföldi Zoltán* a munkabizottságok felelőse ismertette a szakosztály munkabizottságainak 1963-ig végzett munkáját, majd előterjesztette az 1964. évi javaslatot. A következő munkaterv javaslat került megvitatásra : „A kohászati termékek költségelemzése" „Az olajbányászati csövek minőség- és gyártásfejlesztési problémái", „A hengersorok optimális programozása és elszámolásának vizsgálata elektronikus számítógép segítségével", „Drótkötél anyagok-, elemek minőségi előírásai és az esetleg szükségessé váló új gyártási módszerre javaslat kidolgozása", „Az acélok gáztartalmának meghatározására szolgáló berendezések felülvizsgálata", „Az energetikai gépgyártás és a turbina gyártás programjához kapcsolódó acélgyártó, metallográfiai, kovácsoló, öntő, hőkezelő és anyagvizsgáló feladatok meghatározása" és „Kohászati TMK üzemek gépparkjának korszerűségi vizsgálata"

A részletes vitában résztvettek *Pőcze László, Nagyenyedi József, Latinák István, Mester István, Horváth Gyula, Martin Imre, Hammer Ferenc. Felföldi Zoltán* záró szavai után az egyes témákra vezetőt jelöltek ki, illetve kértek fel.

Ezután *Visnyovszky László* számolt be az 1963. évi pályázatokról, melyek bírálata még folyik. A legközelebbi vezetőségi ülésre már a részletes kiértékelést fogja előterjeszteni.

Pilter Pál felkérte a további megbeszélés során *Kondoray Egont*, hogy a titkári munkába segítőként kapcsolódjék be. *Kondoray* a felkérés alapján a segítségre készségesen vállalkozott.

A napirend következő pontjaként a kovács, a tűzálló és a kohógépész tagozat munkájával foglalkozott a vezetőség s úgy döntött, hogy egy négyes bizottság fog a tagozatok munkájának értékelésével foglalkozni.

Ezután a tanulmányutak helyzetéről adott *Gruber Imre* és *Pőcze László* tájékoztatást.

A vezetőség tudomásul vette, hogy a salgótarjáni csoport titkári teendőit *Mándoki Andor* áthelyezése miatt *Gál Tibor* fogja ellátni.

Végül a vezetőség az új jelentkező tagkérelmekkel foglalkozott s közülük öt jelentkező felvételét fogadta el.

Ezután *Pilter Pál* a részvételt megköszönve a vezetőségi ülést bezárta. *Á. F.*

A szubhalogenides desztillálás tiszta alumínium előállítására

Dr. POZSGAI VILMOS — dr. BALÁZS ENDRE
műszaki tudományok kandidátusai

DK 669.714.1:66.048.6

1. Bevezetés

A tudomány és technika egyes területeinek — híradástechnika, félvezető és atomtechnika stb. — fejlődésével a nagytisztaságú fémek jelentősége rendkívül megnőtt. Ezek között a fémek között a tiszta alumíniumot is növekvő mennyiségben termelik és használják. A vas-, szilícium-, réz-, magnézium- és cinktartalmat szennyezőnek tekintve a tiszta alumínium 99,999—99,9999%-os, míg a hagyományos elektrolízissel nyert fém 99,99%-os tisztaságú. A nagytisztaságú alumínium több, félvezető vegyület alkotójaként (AlSb, AlAs, AlP), félvezetők (Ge, Si) ötvözőelemeként, vagy egyéb különleges célra (pl. hidegkatód) kerül felhasználásra.

E fémminőség nyerése céljából ma gyakorlatilag is számításba vehető eljárások a következők :

a) zónás olvasztás,

b) elektrolitos leválasztás szerves alumíniumvegyületekből,

c) szubhalogenides desztillálás.

a) A zónás olvasztást sok fém tisztítására használják eredményesen [1]. Az eljárás az alapfém szennyezőinek a folyékony, illetve a szilárd fázisban való különböző mértékű oldhatóságán alapszik. Hatékonysága a kétféle oldhatóság arányával, az eloszlási koefficienssel jellemezhető, amely egyben a zónás olvasztás eredményes használatának korlátait is meghatározza. Az alumíniumból nehéz így eltávolítani pl. a magnéziumot, cinket, mangánt és a kalciumot [2].

A nagyüzemi háromréteges raffináláskor nyert 99,99%-os tisztaságú alumíniumot jelenleg legtöbb esetben zónás olvasztással tisztítják és irodalmi utalás található arra, hogy ebből az alumínium minőségből kiindulva hatkilences (99,9999%-os) körüli tisztaságot is elértek [3]. Nem térnek ki azonban olyan fontos tényezők ismertetésére, mint a kiinduló alumínium szennyezőinek megoszlása, az eljárás termelékenysége és gazdaságossága. Általában az eljárás hosszadalmas és csak akkor lehet gazdaságos, ha a zónás olvasztásnak alávetett anyag már eleve aránylag nagy tisztaságú[4].

b) Az alumíniumnak szerves vegyületeiből elektrolízissel való leválasztásáról 1956-ban *Ziegler* és *Lehmkuhl* számolt be [5]. Az eljárást annak idején az ismert háromréteges raffinálás helyettesítőjeként javasolták azzal, hogy vele lényegesen kisebb energiafelhasználással nagyobb tisztaságú alumínium nyerhető.

Az elektrolit az alumíniumtrietil $[Al(C_2H_5)_3]$ NaF-dal képzett komplexének $[NaF \cdot Al(C_2H_5)_3]$ toluollal hígított oldata.

A tiszta alumíniumtrietil nehézkes előállítása, robbanás veszélyessége, továbbá a rendkívül kis termelékenység (a gyakorlatilag alkalmazható kis áramsűrűség) miatt az eljárás bevezetésére mind ez ideig nem került sor [6].

A dolgozat 1963 augusztusában érkezett

c) A szubhalogenides alumíniumdesztillálás iránt *Wilmorenak* 1939-ben megjelent szabadalma keltette fel az érdeklődést [7]. A szerző kísérleteiben alumíniumból és fluoridokból — főleg a kisebb illékonyságú MgF_2, CaF_2, kriolit, valamint AlF_3 keverékéből — vákuumban, 1000 C° körüli hőmérsékleten, desztillálás eredményeképpen fluorid és fémalumínium keveréket kapott. Keverékében a fémalumínium a kiindulónál nagyobb tisztaságban volt jelen, ezért eljárását alumínium nyerésére, illetve alumínium finomítására javasolta.

A szabadalom megjelenését követő időben sok, a folyamat végbemenetelének körülményeit és mechanizmusát érintő szabadalom és pótszabadalom jelent meg, amelyekben az eljárást — bizonyos meggondolások alapján elsősorban a szubkloridos folyamatot — egyrészt elektrotermikusan előállított alumíniumötvözetekből (ferroalumínium, szilikoalumínium) alumínium kiválasztására, másrészt az iparilag nyerhető alumínium továbbtisztítására javasolták, az alábbi reverzibilis reakciók alapján :

$$2Al_{folyó} + AlCl_{3gőz} \underset{500—800\ C°}{\overset{>900\ C°}{\rightleftharpoons}} 3AlCl_{gőz} \qquad (1)$$

$$2Al_{folyó} + AlF_{3gőz} \underset{500—800\ C°}{\overset{>900\ C°}{\rightleftharpoons}} 3AlF_{gőz} \qquad (2)$$

Mint látható, 1000 C° körüli hőmérsékleteken gőzállapotú szubhalogenid képződik, ami kisebb hőmérsékleten fémalumíniumra és alumíniumtrihalogenidre bomlik. Ha a folyamatot úgy irányítjuk, hogy a képződő szubhalogenid gőzöket a képződés helyéről elvezetve máshol hűtjük le, akkor — megfelelő egyéb körülmények biztosításakor — a kiindulónál nagyobb tisztaságú alumínium nyerhető.

A továbbiakban az alumíniumdesztillálás fiziko-kémiai alapjaival, valamint az eljárás megvalósításával kapcsolatos néhány gyakorlati problémával foglalkozunk.

2. Szubhalogenides alumíniumdesztillálás alapjai

Az egyértékű alumíniumot, illetve vegyületeit — a szubvegyületeket — már 1885—1897. években többek feltételezték, de csak 1924-ben igazolták létezésüket [8]. Az ezt követő időben — különösképpen akkor, amikor kiderült, hogy az egyértékű alumínium, illetve egyes vegyületei nemcsak tudományos, hanem gyakorlati szempontból is érdeklődésre tarthatnak számot — sok kutató foglalkozott e vegyületek létezésének igazolásával, képződésük körülményeivel és tulajdonságaik tanulmányozásával [9]—[14].

Az egyértékű alumínium és megfelelő vegyületei képződésének lehetősége az alumínium atom külső héjának elektronfelépítéséből következik *(1. táblázat)*.

1. táblázat

A semleges alumínium-atom elektron felépítése [14]

Elektronhéj	K	L		M		
Pálya	1s	2s	2p	3s	3p	3d
Elektronok száma	2	2	6	2	1	—

Ha az alumínium vegyértéke Al^{3+}, akkor atomjából két 3s és egy 3p elektron hiányzik, ha pedig egyértékű (Al^{+}), akkor csak 3p elektronja hiányzik. Az elektronok energetikai kötésének mértékéül szolgáló ionizációs potenciál az első vegyérték 3p elektronjánál lényegesen kisebb, mint a második és a harmadik vegyérték 3s elektronjainál *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Az alumínium atom ionizációs potenciáljai [14]

Képződött ion	Elveszített elektronok	Ionizációs potenciál, kcal/gr atom
Al^{1+}	3p	137,3
Al^{2+}	3p $3s_1$	430,6
Al^{3+}	3p $3s_2$	652,1

A 3p elektron lényegesen gyengébb kötése meghatározott viszonyok között lehetővé teszi egyvegyértékű ion (Al^{+}) és megfelelően egyvegyértékű alumíniumvegyületek képződését. Jelenleg az egyértékű alumíniumnak a halogénekkel, oxigénnel, kénnel, szelénnel és tellurral képzett szubvegyületei ismertek [9], [14].

Az alumínium tisztítása szempontjából a legérdekesebb szubhalogenidek az AlCl és AlF, melyek a megfelelő vegyületek termikus disszociációjakor is képződnek.

Mindkét esetben jelentékenyen nagyobbmérvű a szubvegyület képződés, ha AlF_3 vagy $AlCl_3$ vákuumban vagy semleges atmoszférában (kb. 1000 C°-on) fémalumíniummal érintkezik (1., 2. reakció).

Szubhalogenidek képződése ezenkívül még sok reakció eredményeképpen végbemegy, általában akkor, amikor a folyékony alumínium különböző fémkloridokkal vagy fluoridokkal érintkezik [14]:

$$Al + NaF \rightarrow AlF + Na \quad (3)$$
$$Al + 1/2\ CaF_2 \rightarrow AlF + 1/2\ Ca \quad (4)$$
$$Al + 1/2\ MgF_2 \rightarrow AlF + 1/2\ Mg \quad (5)$$
$$4Al + SiF_4 \rightarrow 4AlF + Si \quad (6)$$
$$Al + NaCl \rightarrow AlCl + Na \quad (7)$$
$$Al + KCl \rightarrow AlCl + K \quad (8)$$
$$Al + 1/2\ CaCl_2 \rightarrow AlCl + 1/2\ Ca \quad (9)$$
$$Al + 1/2\ MgCl_2 \rightarrow AlCl + 1/2\ Mg \quad (10)$$

Spektroszkópos vizsgálatokkal igazolták, hogy valamennyi Al-szubhalogenid gőzfázisban van jelen [10]. *Irmann* Born—Haber-ciklussal számította az Al-halogenidek képződéshőit [15]. Számítási eredményeiből levont következtetései az alábbiak:

a) Az összes halogenid stabilitása — a képződéshő csökkenésének megfelelően — AlX_3, AlX, AlX_2 (X = halogénatom) sorrendben csökken.

b) A gázalakú AlX stabilitása a fluorid, klorid, bromid, jodid sorrendben csökken.

Az Al-mono-és trihalogenideknek *Gross* által megadott kötésenergia értékei a *3. táblázatban* láthatók [10].

3. táblázat

Alumínium-mono- és -trihalogenidek kötésenergiája

Vegyület	Kötésenergia, Kcal/mol			
	F	Cl	Br	J
D_1	155	117	99	71
D_3	139	101	87	68

A táblázatból látható, hogy a monohalogenidek kötésenergiája lényegesen nagyobb, mint a trihalogenideké, ami a már előzőkben tárgyaltak után nem meglepő. Ez a tény teszi lehetővé az alumíniumdesztillálást indirekt úton, monohalogenid képződésen keresztül, viszonylag kis hőmérsékleten.

Bár a szubhalogenidek képződéskörülményeinek vizsgálataival, e vegyületek fiziko-kémiai jellemzőinek meghatározásával már sok kutató foglalkozott, az irodalomban közölt adatok közt nagy eltérés mutatkozik. A *4. táblázat* az AlCl és AlF képződéshőjére egyes szerzők által megadott értékeket tartalmazza.

Az (1) reakciónak a különböző szerzők által megadott jellemzők és javasolt képletek alapján

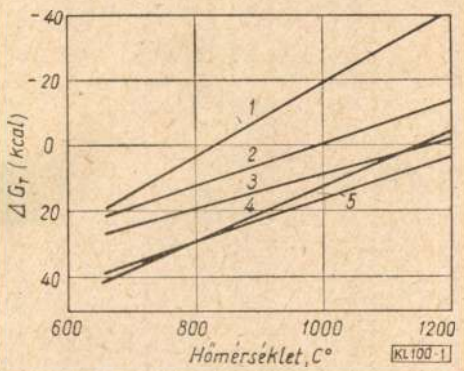
4. táblázat

Különböző szerzők által megadott képződéshők

Szerzők	$H°_{288}$ kcal/mol AlCl	Szerzők	$H°_{298}$ kcal/mol AlF
Kubaschewski	[16] — 11,6	Kubaschewski	(19) — 49,0
Szemenkovics	[20] — 16,0	USA standardata	(17) — 51,4
Weiss	[21] — 17,0	Kubaschewski	(22) — 59,2
Heimgartner	[21] — 10,3	Kubaschewski	(16) — 61,0
Fichte	[18] — 15,9		
Irmann	[15] — 5,0		

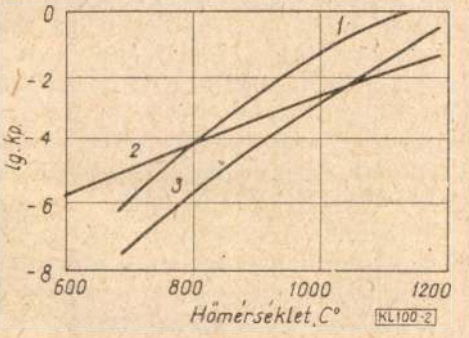
kapott szabadenergia-változását a hőmérséklet függvényében nagy értékszórás jellemzi *(1. ábra)*.

A szubkloridos (1) reakció egyensúlyát kezdetben sávspektroszkópos adatokból számolták [10]



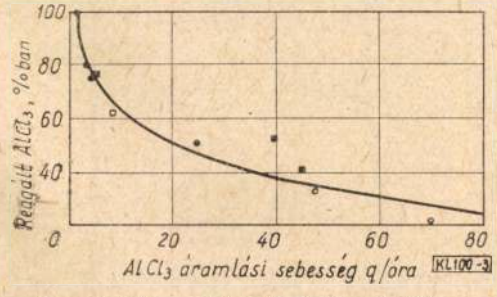
1. ábra. 2 Al + $AlCl_3$ ⇄ 3 AlCl reakció szabadenergia-változása a hőmérséklet függvényében, különböző szerzők adatai alapján
1. Kubaschewski, O. [16], 2. Fichte, R. [18], 3. Szemenkovics, Sz. A. [20], 4. Bauch, H. J. [23], 5. Kelly, K. K. [24]

később több kutató [25]—[28], [14] kísérletileg is meghatározta, azonban a kapott adatok ekkor is eléggé eltértek. Ez elsősorban a meghatározási módok különbözőségéből adódik *(2. ábra)*.



2. ábra. 2 Al + $AlCl_3$ ⇄ 3 AlCl reakció egyensúlyi állandójának függése a hőmérséklettől, különböző szerzők szerint
1. Foster, L. M. [26], 2. Gross, P. [25], 3. Russel, A. [27]

Szemenkovics kísérleti úton nyert adatai szerint a szubkloridos reakció kezdeti hőmérséklete 1190 C°, *Weiss* szerint pedig 800 C°. Az egyensúlyi állandó abszolút értékében a két szerző adatai között az eltérés igen nagy [14]. Kísérleti úton meghatározták a konverziót is 1 atm. nyomáson, folyékony alumínium és gázalakú $AlCl_3$



3. ábra. A reakcióban résztvevő $AlCl_3$ százalékos mennyisége az áramlási sebesség függvényében, különböző hőmérsékleten
○ = 900 = C°-on, ● = 950 C°-on, □ = 1000 C°-on, ■ = 1050 C°-on

kölcsönhatásakor. Így *Weiss* szerint 1000 C°-on az $AlCl_3$ 52%-a, 1100 C°-on 86%-a és 1200 C°-on 98%-a alakul át AlCl-dá. *Russel*, *Martin* és *Cochrane* [27] vizsgálatai szerint az átalakult $AlCl_3$ százalékos mennyiségét az $AlCl_3$ áramlási sebességének (g/ó) függvényében a *3. ábra* mutatja. Fentiekből következik, hogy a folyamat reális értékeléséhez ezeket a kísérleti adatokat fenntartásokkal kell fogadni.

A szubhalogenid képződési reakciót úgy vizsgálják, hogy az $AlCl_3$-gőzt — adott nyomáson és hőmérsékleten — folyékony alumíniumfelület felett áramoltatják vagy folyékony alumíniumrétegen keresztül átbuborékoltatják. Ideális esetben a reagáló $AlCl_3$-gőz teljes mennyisége érintkezik és reagál az alumíniummal. A valóságban az $AlCl_3$ egy része — bár a reakció végbemeneteléhez szükséges hőmérséklet és nyomás biztosítottak — az érintkezés hiányában nem lép reakcióba. Nyilvánvaló, hogy a folyamat gyakorlati megvalósításakor a minél teljesebb érintkezés biztosítására kell törekedni.

A szubhalogenides tisztításkor a kiinduló anyagok szennyezői az alumíniummal együtt az alábbi módokon mehetnek át a desztillált alumíniumba :

a) Közvetlen desztillálódás útján (pl. könnyen párolgó fém — Mg, Ca stb. — vagy halogenid-szennyezők,

b) Az alumíniumhoz hasonlóan szubvegyületeken keresztül való desztillációval (pl. Si, Cu, Pb stb.).

Az alumínium szokásos fémszennyezői közül néhány szintén képez szubvegyületet, azonban pl. a Cu-, Fe-, Mn-, Ti-, Si-hoz viszonyítva az alumínium elsőfokú ionpotenciálja kisebb, ezért szubvegyületképződésének legnagyobb a valószínűsége *(5. táblázat)*.

5. táblázat

Az elektronok eloszlása egyes elemek atomjaiban és az elsőfokú ionpotenciálok [14]

Rendszám	Elem	Energiaszintek							Elsőfokú ionpotenciál, Kcal/g atom
		K	L		M			N	
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	
13	Al	2	2	6	2	1			137,3
14	Si	2	2	6	2	2			186,6
22	Ti	2	2	6	2	6	2	2	156,9
25	Mn	2	2	6	2	6	5	2	170,5
26	Fe	2	2	6	2	6	6	2	180,4
29	Cu	2	2	6	2	6	10	1	176,9

c) Egyéb mellékreakciók lefolyásán keresztül [pl. (3)—(10) reakciók].

Az alumínium-szubhalogenidek vassal, nikkellel, krómmal, rézzel vagy 80/20 Ni-Cr-mal 1000 C°-on reakcióba lépnek, *Szemenkovics* szerint az alábbi általános képlet szerint [29] :

$$3AlX + nMe \rightarrow (nMe + 2Al) + AlX_3 \qquad (11)$$

A kölcsönhatás eredményeképpen tehát szokványos trihalogenid és az alumíniumnak a megfelelő fémmel képzett ötvözete képződik. Bár a W és a Mo az Al-szubhalogenid gőzben észreve-

6. táblázat

AlF vagy AlCl és néhány anyag közt végbemenő reakciók

Reagáló anyag	Általános vegyegyenlet		ΔG_{1500} K° AlF	(Kcal) AlCl
O_2	$2AlX + 1{,}5O_2$	$Al_2O_3 + 1AlX_3$	—281,9	—283,2
H_2O			—242,6	—243,9
N_2	$3AlX + N_2$	$2AlN + AlX_j$	— 97,0	— 98,0
CO	$9AlX + 3CO$	$Al_2O_3 + Al_4C_3 + 3AlX$	—122,2	—125,9
BeO*			— 30,0	—170,0
MgO	$3MeO + 6AlX$	$3MeX_2 + Al_2O_3 + 4Al$	—106,2	— 81,0
CaO			—147,8	—142,6
ZrO_2			— 31,2	— 48,0
TiO_2	$3MeO_2 + 6AlX$	$2Al_2O_3 + 2AlX_3 + 3Me$	— 57,3	— 90,6
SiO_2			— 95	— 37
C	$3C + 6AlX$	$Al_4C_3 + 2AlX_3$	— 15,2	— 17,8

* Megközelítő adatok

hető változást nem szenved, de nagyon rideggé válik.

Az Al-szubhalogenidek intenzíven kölcsönhatásba lépnek az oxigénnel, vízzel, nitrogénnel és szénmonoxiddal és megtámadnak olyan stabil oxidokat is, mint a SiO_2, TiO_2, ZrO_2, MgO, CaO, BeO.

A *6. táblázatban* láthatók az AlF, AlCl és egyes anyagok kölcsönhatásaképpen végbemenő reakciók és az 1500 K°-ra vonatkoztatott termodinamikai potenciálok *Szemenkovics* [29] kutatási eredményei alapján.

A grafit 950—1000 C° hőmérsékletig az AlF-, vagy AlCl-gőzökkel szemben stabilis. A szilíciumkarbid, titánkarbid, bórnitrid, alumíniumnitrid mind a normál, mind a szubhalogenideknek jól ellenáll.

3. A szubhalogenides alumínium-desztillálás egyes gyakorlati problémái

A szubhalogenides desztillálással végzett alumíniumtisztításra gyakorlatilag csak a klorid, vagy fluorid alapú módszer vehető számításba. (A bromid és jodid alapú folyamat már csak gazdaságossági meggondolásból is háttérbe szorul.) Az ezzel kapcsolatosan megjelent irodalmi közlemények, szabadalmak, kevés kivétellel, a klorid alapú desztillálás folyamatára, illetve ennek az eljárásnak különböző kivitelezési módozataira, a berendezések szerkezeti megoldásaira vonatkoznak [14]—[30].

A) Szubkloridos alumínium-desztillálás

A klorid alapú desztillálásnak a fluorid alapúval szemben a legnagyobb előnye az $AlCl_3$ kisebb szublimációs hőmérséklete (180 C°), ami megkönnyíti a szubvegyület bomlásakor képződő fém-alumínium különválasztását a kloridtól, másrészt lehetőséget nyújt a folyamatos üzem megvalósítására.

A szubkloridos alumínium-desztillálásra vonatkozó irodalmi közlemények és szabadalmak lényegében az alábbi módszerek köré csoportosíthatók:

a) Az elektrolízist megkerülve, Al_2O_3, C (vagy CO) és $AlCl_3$ kölcsönhatásán keresztül alumínium előállítása az alábbi reakciók alapján [31], [32]:

$$Al_2O_3 + 3C + AlCl_3 \xrightarrow{>1000C^\circ} 3AlCl + 3CO$$

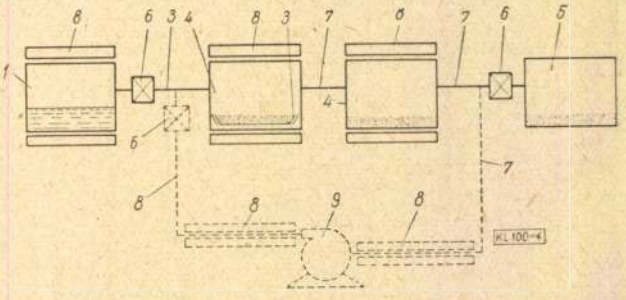
$$3AlCl \xrightarrow{500—800C^\circ} 2Al + AlCl_3 \qquad (12)$$

b) Al-raffinálás olyan megoldással, amelyben a szennyezett Al-ot, $AlCl_3$-tartalmú (pl. $AlCl_3 + KCl$, $AlCl_3 + NaCl$) sóolvadékba adagolják, amikor szintén végbemegy az AlCl-képződés. Az olvadékot meghatározott — de az Al olvadáspontjánál nagyobb — hőmérsékletre hűtve végbemegy az AlCl bomlása Al-ra és $AlCl_3$-ra. Az alumínium az olvadékból kinyerhető [33], [34].

c) Szennyezett Al tisztítása, vagy Al-ötvözetből (pl. ferroalumínium, vagy szilikoalumínium) az alumínium elválasztása, amikor az olvadt alumíniumot — vagy ha a szubvegyület képződés hőmérsékletén még nem folyékony Al-ötvözetről van szó, a darabos ötvözetet — gőzállapotú $AlCl_3$-al hozzák érintkezésbe, az (1) reakció végbemenetele céljából [30], [35].

Tiszta alumínium nyerése céljából azonban csak ez utóbbi módszer lehet érdekes.

A desztillációhoz javasolt berendezések szerkezeti megoldásaiban elsődleges cél természetesen a folyékony alumínium és az $AlCl_3$-gőz minél nagyobb mértékű érintkeztetése, amit lényegében

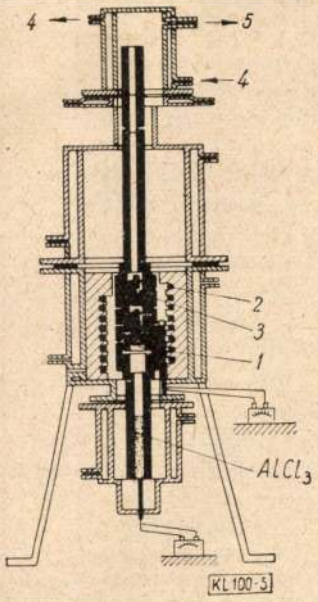


4. ábra. Szakaszos, illetve folyamatos üzemű, szubkloridos alumínium-desztilláló berendezés elvi vázlata [36]

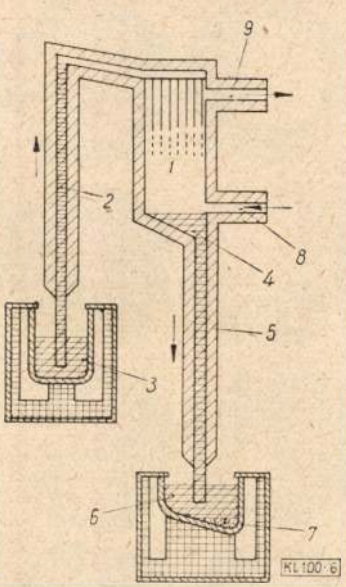
1 = $AlCl_3$ elpárologtató, *2* = reaktor, *3* = kiinduló Al, *4* = kondenzátor az Al részére, *5* = $AlCl_3$ kondenzátor, *6* = csapok, *7* = vezetékek, *8* = fűtés, *9* = szivattyú

(900—1200 C° hőmérsékleten) háromféle módon igyekeznek biztosítani :

a) Az $AlCl_3$-gőznek olvadt alumínium felett való áramoltatásával (*4.* és *5. ábra*) ;



5. ábra. Vákuumretorta vázlatos rajza, szubkloridos Al-desztilláláshoz grafitból készült tányéros kolonnával]14]
1 = kiinduló fém, *2* = fűtés, *3* = grafit kolonna, *4* = vízhűtés *5* = csatlakozás a vákuumszivattyúhoz



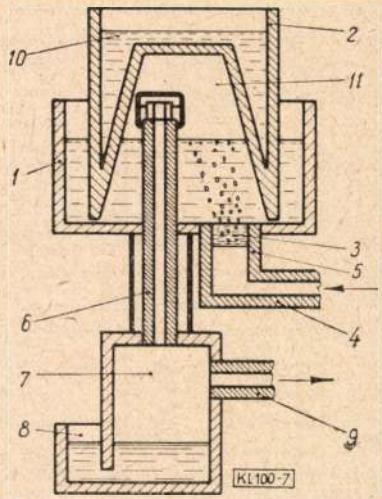
6. ábra. AlCl képződés végbemenetelének elősegítése folyékony alumínium permetezéssel és $AlCl_3$ gőz ellenárammal [37]
1 = reaktor, *2*, *5* = szállító cső (a folyékony alumínium részére), *3* = kiinduló Al a kemencével, *4* = nem reagált alumínium, *6*, *7* = visszatáplálható alumíniumtartály a fűtéssel, *8* = AlCl3-gőz betáplálás, *9* = AlCl + AlCl3-gőzkeverék elvezetése a kondenzátorba

b) Az $AlCl_3$-gőz áramlásával szemben, folyékony alumínium permetezésével (*6. ábra*) ;

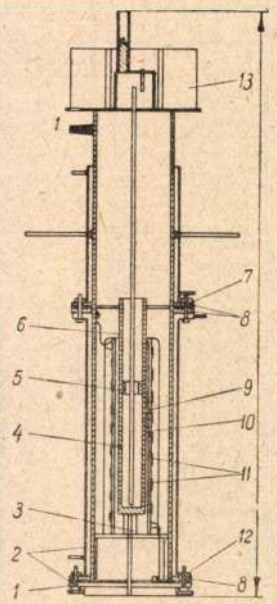
c) Az $AlCl_3$-gőznek folyékony alumíniumrétegen való átbuborékoltatásával *(7., 8. ábra).*

Az így képződött AlCl-gőzt (amely azonban mindig tartalmaz át nem alakult $AlCl_3$-ot is) 700—800 C°-os kondenzáló részbe vezetik, ahol a $3AlCl \rightarrow 2Al + AlCl_3$ folyamatnak megfelelően a fémalumínium folyékony állapotban kiválik. A képződő $AlCl_3$-gőzt ezután vagy egy következő részben kondenzáltatják (szakaszos üzem), vagy gőzállapotban visszatáplálják a rendszerbe (folyamatos üzem).

A módszerre vonatkozó irodalmi adatok, a folyamathoz különböző szabadalmakban javasolt berendezések szerkezeti megoldásai és a használt szerkezeti anyagok minősége is mutatja, hogy a cél általában csak a háromréteges raffinálással nyert alumínium tisztaságának az elérése, vagy az alumíniumnak ötvözeteiből (ferroalumínium, szilikoalumínium) való kiválasztása. E célból nagyüzemben is használják [30].



7. ábra. Folyamatos üzemű szubkloridos alumínium-desztilláló vázlatos rajza [38]
1 = tartály a kiinduló anyag részére, *2* = kettős köpeny, *3* = $AlCl_3$-gőzt átereszt kerámia test, *4* = cső az $AlCl_3$-gőz bevezetésére, *5* = kamra, *6* = az AlCl3 + AlCl gőzkeveréket elvezető cső, *7* = kondenzátor az alumínium részére, *5* = gyűjtőtartály, *9* = $AlCl_3$-gőz elvezetés, *10* = folyékony fém, *11* = reakció kamra



8. ábra. Szubkloridos alumínium-desztilláló vázlatos rajza [14]
1 = ebonit szigetelő, *2* = vízhűtés, *3* = hőelem, *4* = tégely, *5* = átmenő hüvely, *6* = kondenzátor, *7*, *12* = gumitömítés, *5* = zárópe-rem, *9* = kerámiacső, *10* = hőszigetelés, *11* = fűtőtekercs, *13* = elpárologtató ($AlCl_3$)

A folyamatnak nagyobb (99,999—99,99999 százalékos) tisztaságú alumínium nyerésére való alkalmazására megjelent irodalmi adat nagyon kevés. *Russel* és munkatársai [27] szilitfűtésű, kvarcból készült laboratóriumi csőkemencében 99,98%-os tisztaságú alumíniumból kiindulva 1100—1150 C°-on $AlCl_3$-gőznek olvadt alumínium felett való áramoltatásával 10—30%-os $AlCl_3$ hasznosítást értek el. Az elért tisztaságra vonatkozóan adatokat nem közölnek, de kvarcedényzet használata miatt a végtermék nyilvánvalóan szilíciumban feldúsult.

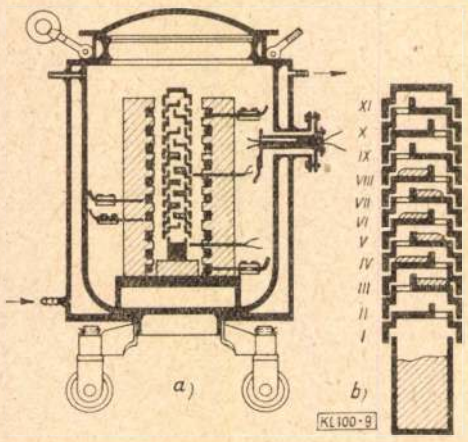
Beljaev és munkatársai [14] a 8. ábrán látható berendezésben vasra és szilíciumra nézve 98,25%-os tisztaságú alumíniumból kiindulva 99,998%-os tisztaságú fémet nyertek. Ugyanezek a kutatók azonban tiszta alumínium nyerésére irányuló további kutatómunkájuk során áttértek a szubfluoridos módszerre.

B) Szubfluoridos alumínium-desztillálás

Bár *Wilmorenak* a szubfluoridos módszerre vonatkozó szabadalma [7] felhívta a figyelmet e folyamatokra, e módszer alkalmazhatóságát a már az előzőekben említett meggondolások miatt kevesebben tanulmányozták. Majdnem kizárólagosan *Beljaev* és munkatársai voltak azok, akik széleskörű kutató munkával — kimondottan alumínium tisztítása céljából — ezt a folyamatot gyakorlatban is vizsgálták. Meghatározták az egyes tényezőknek (hőmérséklet, nyomás stb.) a folyamat végbemenetelére és a desztillált fém tisztaságára kifejtett hatását, továbbá olyan berendezést alakítottak ki, amely tiszta alumínium nyerésére üzemszerűen is eredményesen használható [14], [39]—[42].

Az AlF_3-gőz és a folyékony alumínium érintkeztetésének elősegítésére reaktorként grafitból készített, szétszedhető tányéros kolonnát használtak az AlF_3 elpárologtatóval egybeépítve *(9. ábra)*.

Mint a 9. ábrából látható, a grafitkolonnát (reaktor) két különálló ellenállással fűthető és szabályozható kemencébe, azt pedig vákuumzáró harangba helyezték. Csökkentett nyomáson



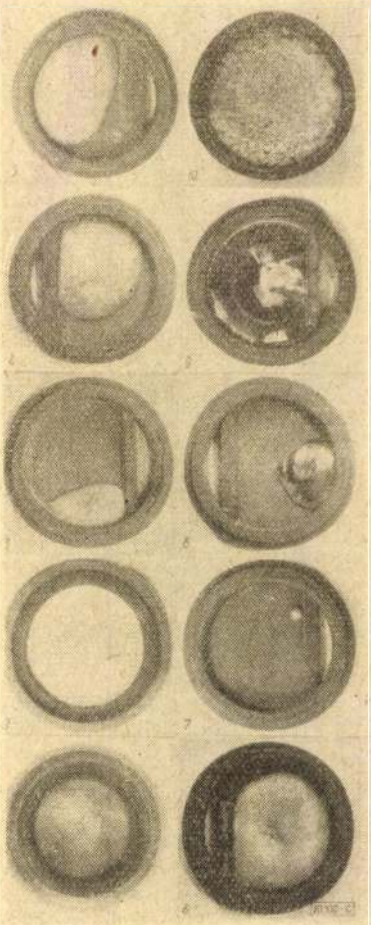
9. ábra. Szubfluoridos alumínium-desztilláló berendezés vázlatos rajza [13, 39]
a = a berendezés, *b* = a grafitkolonna

($n \cdot 10^{-1}$ —$n \cdot 10^{-2}$ Hgmm) és 1000 C° körüli hőmérsékleten elpárologtatott AlF_3-gőz érintkezik a párologtató feletti tányérokon levő folyékony alumíniummal, s ekkor végbemegy a szubfluorid képződés. A kolonna felső (kondenzáló) részében 650—800 C°-on megy végbe a bomlás. A fluorid az alumíniummal együtt kondenzál, az alumínium olvadáspontjánál kisebb hőmérsékleten finom poralakban, nagyobb (általában 700 C° felett) hőmérsékleten pedig olvadt cseppek alakjában.

Az Al + AlF_3 kondenzátum utólagos elválasztása nehéz feladat, azonban található olyan szűk hőmérsékletköz, melyen a folyékony alumínium nagy része lecsepeg a legközelebbi alsó tányérra. A vissza maradt alumíniumcseppeket tartalmazó AlF_3 kondenzátum kiinduló anyagként újból felhasználható.

A kapott fém tisztaságának növelése céljából a kiinduló anyagot ugyanebben a berendezésben szublimációval tisztították.

Bár a grafitkolonna szovjet RV márkájú jóminőségű grafitból készült, mégis azt tapasztalták, hogy a kondenzálódott fém a grafittal érintkezve elszennyeződik. Ezért a desztilláláshoz még nagyobb tisztaságú grafit, vagy tiszta korund használatát javasolják. Az irodalom szerint kétszeres szublimálással tisztított AlF_3-ból és 99,7%-



10. ábra. Szubfluoridos alumínium desztillálásakor használt grafitkolonna desztillálás után, szétszedett állapotban
1 = tégely a kiinduló AlF_3 részére, *2* = közgyűrű, *3, 4, 5, 6* = kiinduló Al, *7, 8, 9* = desztillált Al, *10* = AlF_3 + Al kondenzátum

os tisztaságú alumíniumból kiindulva 99,999—99,99999%-os tisztaságú fémet nyertek.

Ilyen tisztaságú fém nyeréséhez a fentieken kívül a környezet levegőjének tisztítása és portalanítása is szükséges.

A Fémipari Kutató Intézetben kísérleteket folytattunk a fenti tisztaságú alumínium előállítására [43].

A szovjet irodalmi adatokból kiindulva a 9. ábrán látható berendezésnél lényegesen egyszerűbb berendezést alakítottunk ki, mellyel a tiszta alumínium előállítására szolgáló szubfluoridos desztillálás kisebb beruházási költséggel, kevesebb munkaerőszükséglettel és egyéb ráfordításokkal, rövidebb műveletciklussal folytatható le, miközben a tisztaság növelésének berendezés-szerkezeti és folyamat-technikai előfeltételei javulnak.

A berendezésben végzett kísérletek eredményeképpen — vasra, szilíciumra és rézre számolva — 99,97%-os tisztaságú alumíniumból és szublimálással tisztított technikai AlF_3-ból kiindulva színképelemzés szerint kb. 99,99975%-os tisztaságot sikerült elérni. A fontosabbaknak ítélhető szennyezők a következők :

Fe kb. 0,0001%, Si kb. 0,0001%, Cu kb. 0,00005%, Mg kb. 0,0002%, Pb nem mutatható ki.

A *10. ábrán* bemutatjuk egy desztillálási folyamat során a grafitkolonnába beépített tányérsorozat fényképét, megjelölve az egyes tányérokon elhelyezkedő anyagokat. Látható, hogy a desztillálás viszonyainak megfelelő megválasztása révén a desztillált alumínium egy adott tányérban, annak alakját felvevő tuskó alakjában gyűjthető össze, ezzel elkerülhető a kényelmetlen fémkivonási művelet a lecsapódott Al + AlF_3 kondenzátumból.

Az eddig végzett munka továbbfejlesztésével az alumíniummal bővíthető a hazai forrásból rendelkezésre álló nagytisztaságú fémek választéka.

IRODALOM

[1] *Phan, W. G.:* Zone Melting, New York, 1958.
[2] *Kuchar, L.:* Bergakademie, 14 (1962) 622. old.
[3] *Vigdorovics, V. N.:* Metallurgia i Toplivo, 1960. Nr. 4. 99—105. old.
[4] *Enslin, F.:* Erzmetall, XV. (1962) 419. old.
[5] *Ziegler, K.—Lehmkuhl, H.:* Z. anorg. und allg. Chem., 283 (1956) 414—424. old.
[6] *Böhm, A.—Ginsberg, H.—Reuter, W.:* Aluminium, 37 (1961) 267. old.
[7] Amerikai szabadalom 2,184.705, 1959.
[8] *Jevons, W.:* Proc. Roy. Soc. (London), (1924) A 106, 186. old.
[9] *Mc. Geer, J. P.:* J. of Chem. Education, 11. (1952) 534—538. old.
[10] *Gross, P.:* Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 101 (1956) 267. old.
[11] *Zintl, E. W.* és társai : Z. anorg. und allg. Chem., 245 (1940) 1. old.
[12] *Klemm, W.—Voss, E.:* Z. anorg. und allg. Chem., 251 (1943) 233. old.
[13] *Weiss, P.:* Erzmetall, 3 (1950) 241. old.
[14] *Neljaev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Odnovolentnij aljuminij v metallicseszkih processzah. Moszkva, 1959.
[15] *Irmann, F.:* Helv. Chim. Acta, 33 (1950) 1449. old.
[16] *Kubaschewski, O.—Evans, F. L. L.:* Metallurgical thermochemistry. London, 1956.
[17] Selected Volumes of Chem. Thermodyn. Propr. USA Stand. Cire 500. 1952.
[18] *Fichte, R.:* Die thermodynamischen Eigenschaften der Metallochloride. Berlin, 1953.
[19] *Kubaschewski, O.—Evans, E.:* Termohimija v metallurgii, 1954.
[20] *Szemenkovics, Sz. A.:* ZsPH, XXXIII. (1960) 1281—85. old.
[21] *Heimgartner, R.:* Schw. Arch., XVIII. 8. sz. (1952) 241—255. old.
[22] *Kubaschewski, O.—Evans, E.:* Metallurgical Thermochemistry. Teddington, 1955.
[23] *Bauck, H. J.—Pederson, K. H.:* US Dept. of Comun. P. B. 78264-S.
[24] *Kelley, K. K.:* Bull. Bur. Min. 371 (1935).
[25] *Gross, P.—Campbell, C. S.—Kent, P. J.—Levi, D. L.:* Discuss. Faraday Soc., 4 (1948) 206. old.
[26] *Foster, L. N.—Russel, A. S.—Cochrane, C. N.:* J. Am. Chem. Soc. 72 (1950) 2580. old.
[27] *Russel, A. S.—Martin, K. E.—Cochrane, C. N.:* J. Am. Chem. Soc. 73 (1951) 1466. old.
[28] *Hirschwald, W.—Knacke, O.:* Erzmetall, XI. (1958) 99. old.
[29] *Szemenkovics, Sz. A.:* ZsPH, XXXIII. 3 (1960) 552—559. old.
[30] *Herrmann, E.:* Aluminium, 37 (1961) 143—149. old.
[31] Svájci szabadalom 261162 (1949).
[32] DDR 812118 (1951).
[33] Angol szabadalom 623232.
[34] DBP 846145.
[35] Angol szabadalom 582579 (1946).
[36] USA szabadalom 2,762.702.
[37] Angol szabadalom 642.499.
[38] DBP szabadalom 1,067.602.
[39] *Beljaev, A. I.—Zsemcsuzsina, E. A.—Firszanova L. A.:* Cvet. Met., Nr. 54 (1953).
[40] *Beljaev, A. I.:* Szb. naucsn. Trud. Inst. Cvet. met. 33 (1960) 120. old.
[41] *Firszanova, L. A.:* Chem. Zvesti, 13 (1959) 723. old.
[42] *Beljaev, A. I.:* Kohászati Lapok, 90 (1958) 420. old.
[43] *Balázs E.—Pozsgai V.:* Kísérletek tiszta Al előállítására szubfluoridos desztillációval. — Fémipari Kut. Int. Közl. VII. (Sajtó alatt.)

Helytelen — **helyes**

A *hangátsugárzó eljárás alkalmazásakor* a vizsgáló csúcsnak a *vizsgálandó* darabon jól meghatározott, *reprodukálható* helyzetben *kell lennie.* — A **hangátsugárzásos vizgálathoz** a vizsgáló csúcs a darabon **legyen** jól meghatározott, **ismételhető** helyzetben.

Már régóta *felmerült annak szükségessége,* hogy a keverékek viselkedését *meg lehessen vizsgáln.* — Már régóta **kívánatos**, hogy a keverékek viselkedését **megvizsgálhassuk.**

Külön kívánom megemlíteni a gyártási folyamat egyik fontos műveletét, *nevezetesen* a hőkezelést. — Külön kívánom megemlíteni a gyártási folyamat egyik fontos műveletét a hőkezelést. (A szövegező a hőkezelés fontosságát — úgy látszik — ki akarta emelni s azért írta a *nevezetesent.* De erre nincs szükség. Ez csak szóhalmozás, hisz a szöveg többi része is bőven kiemeli a hőkezelést. Még egyszerűbben így hangzana : A gyártási folyamat további fontos művelete a hőkezelés.)

A kifáradási határ *értékeit* erősen *befolyásolják* a zárványok, főleg a *kontrakcióértékekkel egyértelműen.* — A kifáradási határt, ezen kívül főleg a **kontrakciót** erősen **rontják** a zárványok.

Bemetszéssel, *lassan* hajlítással eltörtük 20 C°-os hőmérsékleten vagy a kéktörési *hőzónában,* hogy hosszirányú törésfelületet nyerjünk. — Bemetszés után **lassú** hajlítással 20 C°-on, többször a **kéktörés hőmérsékletén** eltörtük, hogy hosszirányú törésfelületet nyerjünk.

Hőkezelési vizsgálatok nagyszilárdságú olajbányászati csövekkel

BÍRÓ GYULA

DK 622.323 : 621.643.785.001.4

A feltárható olajmezők mélységének növekedése

A világ gazdasági életében az utóbbi években igen jelentős szerepre tett szert az ásványi olaj, mint energiaforrás és vegyészeti alapanyag, felkutatása és felszínre hozatala hazánkban is elsőrendű fontosságú. Ezért tanulmányom célja az olajbányászat legfontosabb eszközének, a nagy szilárdságú olajbányászati csöveknek, elsősorban a béléscsöveknek hazai gyártási problémáira megoldást keresni.

Az utóbbi években a nyersolajat egyre nagyobb mélységekből termelik. A nagy mélységű mezők feltárása, a talált olaj kitermelése során az olajbányászati csöveket egyre nagyobb mértékben veszi igénybe.

A béléscső beállításakor a következő fő igénybevételek ébrednek : hosszirányú feszültség, kötési szilárdság, külső nyomás, amely összelapítani, belső nyomás, amely viszont szétrepeszteni igyekszik a csövet [1].

Adott falvastagságú és típusú béléscső-kötés teherbírása az anyag folyási határának és szakítószilárdságának függvényében változik. Nagyszilárdságú acél hiányában tehát a mélyfúrás okozta követelményeket csak a szokottnál nagyobb biztonsági tényezőkkel pl. vastagfalú csövekkel, vagy különleges végkiképzésű csőkötéssel lehet biztosítani. A csőkötések gyártási költsége viszont meredeken növekszik a kút mélységével, tehát feltétlenül gazdaságosabb a nagyszilárdságú béléscső használata.

Külföldön az utóbbi időben egyre bővül az 50—60 kg/mm² folyáshatárú, vagyis a GOSZT szerinti Em és E, valamint az API szerinti E és N 80-as fokozatú olajipari csövek gyártása [1].

A kutatások nagyobb mélységek felé való kiterjesztése megköveteli, hogy a Csepeli Csőgyár is E és N 80-as fokozatból készítse az olajipari csöveket. Vizsgáljuk meg ezért hazai tapasztalatainkat és a külföldi eredményeket.

A Csepeli Csőgyár kísérletei az N 80 fokozatú béléscső gyártásával kapcsolatban

A kisebb folyáshatárú csöveket vagy ötvözetlen acélok szokott módú hengerlésével gyárthatunk, vagy — miután furócsövekről van szó — előírt hőkezelésnek vetjük alá (normalizálás). A σ_F/σ_B nagyobb arányú, illetve nagyobb folyáshatárú acélból készült csövek gyártására háromféle módszer szolgál :

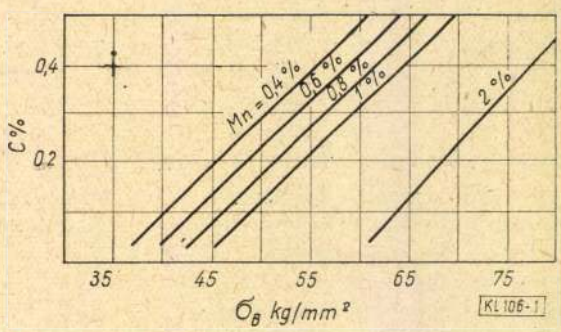
1. a vegyi összetétel módosítása,
2. az ötvözött vagy ötvözetlen acélok hőkezelése, éspedig normalizálással vagy nemesítéssel,
3. ötvözetlen acél folyáshatárának mesterséges növelésével, mechanikai módszerrel [1].

A vegyi összetétel módosítása látszik a nagyobb folyáshatár eléréséhez vezető legegyszerűbb útnak. A Csepeli Csőgyárban is ezzel a módszerrel próbálkoztunk először MSZ 5780 szerinti CrV 150-es anyagminőséggel. A kapott, bizonytalan gyártási és üzemi értékek miatt azonban a külföldön ismert mangánacélhoz folyamodtunk, és ezt N 80-as mangános acélnak neveztük el. Az összetételt egy amerikai tanulmány egyenletei alapján a következőképpen határoztuk meg : [5] :

$$\sigma_S = 1840 + 2991\%\ C + 986\%\ Mn + 9324\%\ P + 36{,}28\%\ Si$$

$$\sigma_B = 2184 + 7015\%\ C + 1424\%\ Mn + 12\,866\%\ P + 823\%\ Si$$

Az egyenletek segítségével kapott diagram a szilárdságra az egyes összetevők változásának függvényében eléggé pontos adatokat ad *(1. ábra)*.



1. ábra. A szakítószilárdság változása a C- és Mn-tartalom függvényében (olajbányászati cső)

Az első legyártott adagok összetételét az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Az első adagok összetétele, %

C	Si	Mn	S	P
0,42	0,28	1,93	0,020	0,029
0,46	0,33	2,01	0,026	0,040

Az adagokból gyártott 9 5/8″-os béléscsöveket 810—830 C°-on normalizálásnak vetettük alá és a következő szilárdságot értük el :

σ_F kg/mm²	σ_B kg/mm²	σ_F/σ_B %
74—85	95—110	77

A legyártott csövek nyúlásai nem feleltek meg az előírásnak és már a csőgyári hideg kikészítő műveletek alatt előtűntek az összetétel káros hatásai (pl. a csövek már egyengetés közben eltörtek). A szívósság csökkenése miatt Mo-nel ötvöztünk *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Mo-nel ötvözött adagok összetétele, %

C	Si	Mn	S	P	Mo
0,30	0,25	1,50	0,027	0,028	0,10
0,40	0,31	1,90	0,030	0,032	0,20

A hőkezelést 840 C°-on normalizálással és 600 C°-on megeresztéssel végeztük. A kapott szilárdság :

σ_F kg/mm²	σ_B kg/mm²	σ_F/σ_B%
63—70	75—85	83

Az egyes adagok szakító vizsgálatának eredményei az eltérő összetétel miatt és a bizonytalan, nem azonos körülményű hőkezelés következtében bizonyos szórást mutattak, amely főként a nagyobb szilárdság felé mutatott.

Csehszlovákiai csőgyárak tapasztalatai a mangános alapanyagú béléscsövek gyártásában

Hasonló kísérleteket folytattak le Csehszlovákiában is azonos anyagminőséggel *(3. táblázat)*.

3. táblázat

45Mn2 jelű anyag összetétele, %

C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni
0,44	1,88	0,33	0,032	0,025	0,09	0,07	0,04

A 45 Mn 2 elnevezésű (DIN 17 006 szerinti minőségű) acélból 9 5/8″ külső átmérőjű, 11 mm falvastagságú csövet gyártottak. Ezeket 820 C°-on normalizálták (azaz 40 C°-kal az Ac_3 pont felett) majd nyugodt levegőn hűtötték le [2].

Ezzel a hőkezeléssel a következő mechanikai értékeket érték el :

σ_F kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\delta_{2'}$	σ_F/σ_B%
55,2	87,5	22,5	63

Lényeges mechanikai tulajdonságváltozások nem következtek be a csöveknek 890 C°-on végzett normalizáló hevítése és áramló levegőben való hűtése után sem. Hűtés közben a csöveket hűtőgyűrűn kb. 2 m/perc sebességgel toltuk át.

A 45 Mn 2 acélból készült csövek mechanikai tulajdonságai az austenitesítő hőmérséklet függvényében grafikusan a *2.*, és *3. ábrán* láthatók. A fajlagos ütőmunkát 870—940 C° austenitesítő hőmérsékleten a vizsgálati hőmérséklet függvényében —70 és +200 C° hőmérsékletközön belül tüntettük fel.

A *4. ábrán* látjuk a csövek szövetszerkezeti felvételeit. Ezekből világosan látszik az austenitesítő hőmérsékletnek a szemcsenagyságra kifejtett hatása, amit az egyes próbákra vonatkozóan számszerűen kifejezve a *4. táblázat* tartalmaz.

A 2. ábrából leolvasható még, hogy a fajlagos ütőmunka az üzemi hőfokon kicsi és ezzel magyarázható, hogy csöveink kikészítésekor főként a kis ütőmunkáknak tulajdonítható a nagyfokú ridegség, ami miatt igen rossz kihozatalt értünk el.

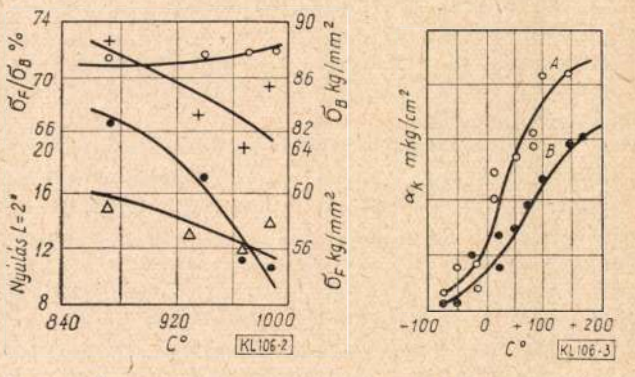
Kortorovich a ridegedést a következő megfontolás alapján vezeti le :

A ridegségre való hajlamosságot az $\alpha_{K_1}/\alpha_{K_2}$ viszonnyal jellemezzük, ahol az α_{K_1} a fajlagos ütőmunka olyan megeresztés után, amelyet gyors hűtés követ, és az α_{K_2} pedig a fajlagos ütőmunka lassú hűtésekor [4].

4. táblázat

Az austenitesítés hatása a szemcsenagyságra

Szalag száma	Austenitesítő hőmérséklet, C°	Szemcsenagyság CSN szerint
1	810	7
3	840	6
5	870	5
7	900	4
9	930	3—4



2. ábra. hőmérséklet hatása a 9 5/8″, 45 Mn 2 acélból készült csövek mechanikai tulajdonságaira (hűtés légáramban)

○ = σ_F/σ_B viszony, ● = nyúlás, + = σ_B, Δ = σ_F

3. ábra. Az austenitesítő hőmérséklet hatása a 9 5/8″-os, 45 Mn 2 acélból készült csövek fajlagos ütőmunkájára

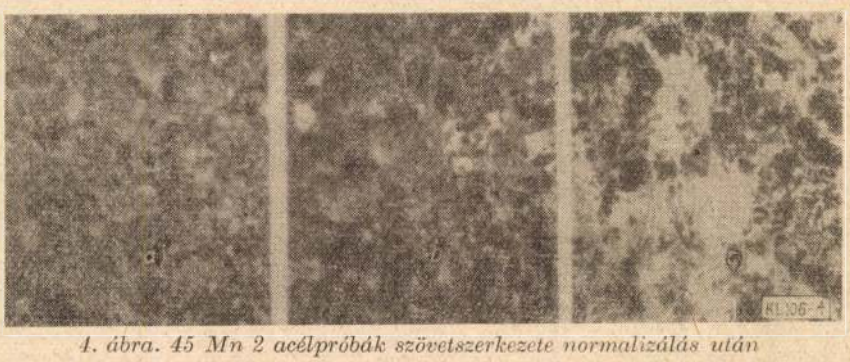
A = 870 C°/30 perc, *B* = 940 C°/30 perc, hűtéslégáramban

A megeresztési ridegségre hajlamos acélra $\alpha_{K_1}/\alpha_{K_2} > 1$. A mangántartalom 0,25%-ról 2,86%-ra való növelésekor például a ridegségre való hajlamosság ($\alpha_{K_1}/\alpha_{K_2}$) 1,1-ről 28,5-re növekszik.

A mangános acélból gyártott béléscső-gyártás nehézségei

A 45 Mn 2 acélból és a N 80-nak megfelelő magyar acélminőségből készült csövek üzemi hőkezelésekor a végső értékekre a következő két körülmény hat, ezeket a kemencének tulajdoníthatjuk.

1. A kemence kilépő szakaszában a hőmérséklet a hőveszteségek miatt kisebb, úgyhogy a normalizált csövek már a kemence elhagyása előtt



4. ábra. 45 Mn 2 acélpróbák szövetszerkezete normalizálás után

a = 810 C°/perc hűtés levegőn, *b* = 870 C°/perc hűtés levegőn, *c* = 930 C°/perc hűtés levegőn, nagyítás = 67-szeres eredeti 100-szoros

kezdenek lehűlni. Ezért az austenitesítő hőmérsékletet a normalizálás gyakorlatával szemben oly módon kell növelni, hogy a csövek a kemencét kellő hőfokon hagyják el és csak a szabad levegőn kezdjenek átalakulni. Az austenitesítési hőmérséklet ilyen okból szükséges növelésének viszont az a következménye, hogy a szemcse megnő, amire ezek az acélminőségek erősen hajlamosak. A 4. táblázatból látható szemcsenövekedésnek viszont az a következménye, hogy romlik az alakíthatóság és a szívósság, az elridegedés kritikus hőmérséklete pedig nő.

2. A kemencéből való kihúzás közben a cső hűlési sebessége csökken, egyrészt mert a hő a cső melegebb részeiből a hidegebb részek felé áramlik, másrészt a kemence végén érvényesülő hősugárzás következtében. Ez főleg a kisebb folyáshatárban, illetve a folyáshatár és a szilárdság arányában mutatkozik meg.

A fenti hőkezelési jelenségek az ütőmunkára vannak hatással, ugyanis a +20° hőmérséklet az adott esetben a fajlagos ütőmunka görbéjének átmeneti tartományába esik, ahol a hőmérsékletnek kis csökkenése is jelentősen csökkenti a fajlagos ütőmunkát. A fajlagos ütőmunka görbéjének helyzetére viszont nagy hatással van a normalizálási hőmérséklet, aminek növekedése maga után vonja a görbének nagyobb hőmérsékletek felé való eltolódását. Ennek következtében a gyártott csövek munkahőmérsékletének alsó tartománya (0—20 C°) minden esetben meg nem engedhetően kis fajlagos ütőmunkát (1—2 kg/cm²) adott (3. ábra).

A nagy mangántartalmú acélokkal elért eredményekből következik, hogy az N 80-as normalizált, kb. 1,75% mennyiségű mangánnal ötvözött acélcsövekre kis hőmérsékleteken nem lehet kielégítő fajlagos ütőmunkát biztosítani. Az adott célra tehát olyan elemmel ötvözött acélt kell használni, amely csökkenti az elridegedés kritikus hőmérsékletét. Ez az oka annak, hogy az N 80-as normalizált csövekhez Mn-Mo acélt használunk.



5. ábra. Nagy mangántartalmú csőszövet képe
Nagyítás = 135-szeres, eredeti 200-szoros



6. ábra. Mangános acél szövetképe Mo hozzáadása után
Nagyítás = 135-szeres, eredeti 200-szoros

Az *5.* és *6. ábrán* bemutatjuk egy nagy Mn-tartalmú és egy Mn-Mo-es acél szövetképét. Két évi gyártás tapasztalata alapján azonban elmondhatjuk, hogy a fenti összetételű csövek egyengetése még így is nagyon nehéz, és — különösen télen a gyártás mostoha üzemi körülményei között — bizonytalan.

Az olajbányászati csövek hőkezelésének új útja: a nemesítés

A fentiekben ismertetett vizsgálatok alapján tehát az 56 kg/mm²-nél nagyobb folyási határú csövek gyártásakor megfelelő képlékenység és szívósság tartásának problémájával szembe kerülünk anélkül, hogy az ötvöző elemeket túlzott mennyiségben használnánk fel.

Közismert tény, hogy valamely adott acél mechanikai tulajdonságait, folyási határát, szakítószilárdságát és nyúlását elsősorban az acél mikroszerkezete határozza meg. Az összetétel ezeket a tulajdonságokat csak annyiban érinti, amennyiben a mikroszerkezetre van hatással. A szövetszerkezetet viszont elsősorban a karbontartalom, másodsorban azok a szövetalakulások határozzák meg, amelyeket az acél a hőkezelés folyamán és bizonyos mértékig képlékeny alakváltozásai alatt elszenved [3].

A szilárdság, üzemi élettartam és szívósság kedvezőbb kombinációi a megeresztett martensites szövetszerkezettel bíró acélokkal érhetők el. Az ilyen acélokat a nagy képlékenység és nagy ütőszilárdság jellemzi és határozottan jobbak ebből a szempontból, mint az ugyanolyan keménységű és szilárdságú perlites, normalizált acélok.

A fenti előnyös szövetszerkezeti tulajdonságok eléréséhez külföldön az olajbányászati béléscsövek hőkezelésére legszokásosabb módszer az edzés és utána a megeresztés. A cső alapanyaga ötvözött, vagy ötvözetlen acél. Nemesítésükre rendszerint egy, vagy egyidejűleg több csövet befogadó átfutó kemencét használnak, amelyben a csöveket vagy csúsztatják, vagy áttolás közben saját tengelyük körül forgatják is, úgyhogy a végső mozgás csavarvonal alakú. Az edzést gyűrűalakú permetezőfejek végzik, amelyeken a csövek közvetlenül a kemencéből való kilépésük után haladnak át. Az edzést megeresztés követi. Az átfutó kemencében austenitesített és gyűrűs permetezéssel edzett csövek hőkezelésének adatait az *5. táblázat* tartalmazza.

5. táblázat

N 80 és P 110 minőségű 5½" 11 mm méretű nemesített csövek hőkezelési adatai

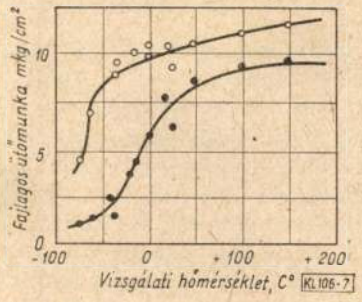
Csőminőség	N 80	P 110
Austenitesítő hőmérséklet, C°	860	860
Austenitesítés tartama, perc	30	30
Csőelőtolás sebessége, m/p	1	1
Csőhőmérséklet a hűtőpermet előtt, C°	180	180
Megeresztési hőmérséklet, C°	640	580
Megeresztés tartama, perc	30	30

6. táblázat

N 80 és P 110 minőségű 5½" 11 mm méretű nemesített csövek mechanikai adatai

Minőségi	Mechanikai adatok		
	σ_F kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\sigma_F/\sigma_B \cdot 100$ %
N 80	65,5	79,9	82
P 100	84,2	95,2	88

A nemesített csövek mechanikai tulajdonságait a *6. táblázatban* állítottuk össze. A nemesített csövek fajlagos ütőmunkáját —70 és +150 fok vizsgálati hőmérséklet között a *7. ábra* tartalmazza.



7. ábra. A hőmérséklet hatása a nemesített N 80 és P 110 minőségű csövek fajlagos ütőmunkájára

1 = N80-, 2 = P110-es minőség

Az N 80-as nemesített csöveknek előnye a normalizált csövekkel szemben nemcsak abban van, hogy a kívánt szilárdsági tulajdonságok eléréséhez sokkal kevesebb ötvözőelem szükséges, hanem abban is, hogy fajlagos ütőmunkájuk kis hőmérsékleten is lényegesen jobb, mégpedig minél nagyobb az átedzés foka (vagyis minél kisebb az austenit felbomlási hőmérséklete), annál előnyösebb a folyáshatárnak a szilárdsághoz való aránya és a fajlagos ütőmunkának a hőmérséklet függvényében való alakulása.

A Csepeli Csőgyár számos országba exportál csövet és a hazai piacon is egyre nagyobb igényeket kell kielégítenie. Ezért nem maradhat el az olajipar által igényelt, nagyobb folyáshatárú csövek gyártásában. Népgazdaságunk igényének minél tökéletesebb kiszolgálása céljából szükséges, hogy a jelenleginél jobb hőkezelési eljárásokat dolgozzunk ki, lehetőséget adva arra, hogy olajbányászatunk még több olajat juttathasson országunknak. Ezért a Csepeli Csőgyárnak is ki kell fejlesztenie a nagyszilárdságú olajbányászati csövek nemesítő hőkezelését.

IRODALOM

[1] *Burda, Jan.:* Olajipari csövek nagyfolyáshatárral.
[2] *Sejnoha, R.—Procházka, L.:* Prispevek k otázce vyroby normalisovanych olejárskych trubek N *80* 2 manganove oceli. Hutnicke Listy 7. 1959. júl. 569—573. o.
[3] *Enrich, H. B.:* Quench and Temper Process for the Manufacture of High Strength Tubular Products. Iron and Steel Engineer 1957. júl. 124—130. o.
[4] *Kontorovich, I. E.:* Az acél és öntöttvas hőkezelése 1952. 130. o.
[5] Transactions of the American Soc. for Metals. 1951. 1126—37. o.

Egyesületi hírek

Január hó 16-án Almásfüzitőn megtartott klubestünk keretében *Juhász Ádám* tartott előadást „Szakmai és élménybeszámoló az angliai munkaútról" címmel.

A klubesten 35 fő vett részt, az előadás után 6 hozzászólás, illetve kérdés hangzott el, melyre az előadó válaszolt.

Legközelebbi rendezvényünk: *T. Tóth József:* „Beszámoló a Guineai bauxit-bányáknál eltöltött 2 év tapasztalatairól". *Peresz*

*

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályának Kovács-Szakcsoportja szokásos havi klubnapját február 4-én 17 órai kezdettel tartotta meg. Ez alkalommal *Gerencsér József* a Ganz-Mávag Acélműgyáregység vezetője számolt be olaszországi kovácstanulmányútjáról. A beszámolót *Szalontay Géza*, a Ganz-Mávag lemezsajtoló üzemének vezetője egészítette ki, aki röviden ugyancsak olaszországi tapasztalatairól beszélt. Ismertette azt az újszerű kazánfenék sajtoló módszert és hozzá szerkesztett gépet, melyet olaszországi útja alkalmával működésben is több helyen látott.

Az előadásokat több hozzászóló egészítette ki és a feltett kérdésekre *Gerencsér József* részletesen válaszolt. *Latinák István*

Egyetemi hírek

Dr. *Geleji Sándor* tanszékvezető egyetemi tanár, a NDK Tudományos Akadémiájának meghívására, a MTA képviseletében 1963 decemberében egy hetet Berlinben töltött, ahol legújabb kutatási eredményeiről előadást tartott.

*

1963. dec. 18-án, az Egyetemi Tanács rendkívüli ülésén műszaki doktorrá avatták *Antal Boza József* okl. kohómérnököt, *Forrai Sándor, Kovács Ferenc, Kummer Ferenc, Molnár Sándor* okl. bányamérnököket, *Vincze Endre* okl. gépészmérnököt és *Steiner Ferenc* középiskolai tanárt.

*

Dr. *Vereskói János* egyetemi adjunktus, 1963. dec. 10—1964. jan. 7. között az NDK-ban tartózkodott, ahol a fennálló kulturális egyezmény alapján a Freibergi Bányászati Akadémián folyó oktatás és kutatás módszereit tanulmányozta.

*

Dr. *Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a magyar—szovjet kulturális munkaterv keretében 1963. dec. 8—18. között a Moszkvai Acélintézetben tanulmányúton volt, s a kohászati kemencék tervezésének újabb szempontjairól előadást tartott.

*

Dr. *Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, mint a TKI igazgatója, 1964. jan. 4—8. között Lipcsében tartózkodott, ahol a lipcsei Hőtechnikai és Metallurgiai Intézet, valamint a TKI között fennálló tudományos együttműködési terv részleteit tárgyalták meg.

*

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület és az OMBKE rendezésében dr. *Diószeghy Dániel* egyetemi tanár „Kohászati kemencék tervezésének újabb szempontjai" címmel 1964. jan. 15-én előadást tartott.

*

Az egyetem rektora *Bedő Zsuzsanna, Szepessy Andrásné* és *Pintér Károly* gyakornokot 1964. január 1-i, *Pataky Márta* gyakornokot pedig 1964. február 1-i hatállyal tanársegéddé nevezte ki.

Farkas Ottó

Hengerművek tervszerű megelőző karbantartásának néhány kérdése*

HORVÁTH KÁROLY okl. gépészmérnök

DK 624.059.1 : 621.944.3

Ez előadás keretében elsősorban a régi hengerműi berendezések karbantartási problémáival kívánok foglalkozni. A gazdaságos termelés megköveteli a termelő berendezések nagyfokú kapacitáskihasználását, a legfejlettebb munkamódot és a tudományos munkaszervezést.

A termelés növelésének feltételei: 1. új üzemek létesítése, 2. a meglevő berendezések jobb kihasználása.

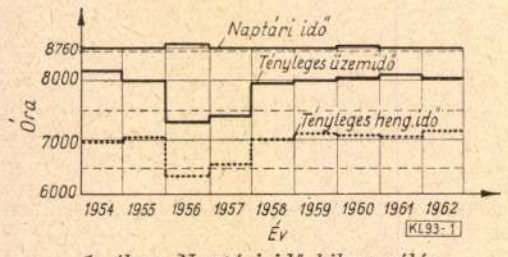
Egy új korszerű hengermű megépítését egyrészt annak rendkívül nagy kapacitása — amely átmenetileg túlnőhet a szükségleteken — másrészt a beruházás többszázmillió forintnyi költsége miatt az ország gazdasági erőforrásaitól, valamint a félkésztermék és alapanyag előállítási lehetőségétől kell függővé tenni. Magyarországon jelenleg új hengermű építése csak a Dunai Vasműben folyik, a többi üzemben részleges korszerűsítések vagy teljes felújítások folynak, ill. vannak tervezés alatt.

Az üzemidő kihasználás javításának lehetőségei

A termelés és termelékenység emelkedéséhez évről évre a régi berendezésekkel dolgozó kohászati üzemeknek is hozzá kell járulniuk, ezért elsősorban a régi berendezések karbantartásában elért, vagy elérhető fejlődési lehetőségekre szeretnék rámutatni.

Az üzembiztos berendezés a folyamatos termelés egyik fontos előfeltétele. Üzembiztos az a berendezés, amely az igénybevételeket tartósan elbírja és amelyen egy meghatározott időszakon belül váratlan meghibásodások nem lépnek fel.

A munka okozta igénybevételeket tartósan meghibásodás nélkül a berendezés elviselni akkor tudja, ha tervezéskor a dinamikai viszonyokat figyelembe vették. Különösen régi üzemekben fordul elő, hogy a berendezések állandó változtatásokon mennek keresztül olyan mértékben, amilyen mértékben azt a termelés emelkedésével fellépő szűk keresztmetszetek megkívánják.

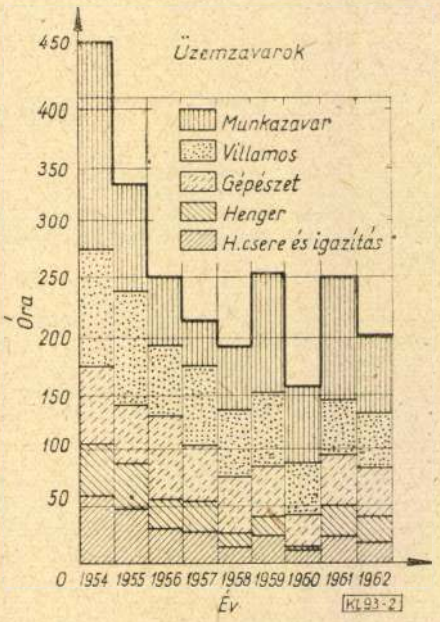


1. ábra. Naptári idő kihasználás

A másik követelmény az, hogy a tervezett karbantartási cikluson belül ne forduljanak elő váratlan meghibásodások. Ennek érdekében először is azt kell megvizsgálni, hogy mennyi a ciklus ismétlődése és milyen megfontolások, műszaki számítások, vagy statisztikai adatok alapján állapítottuk meg őket. A körforgás meghatározása igen érzékenyen érinti a termelési tervet. A statisztikai alapon megállapított üzemidők az utóbbi 10 évben jelentős fejlődésen mentek keresztül. Pl. az Ózdi Kohászati Üzemekben az éves átlagok alapján a következőket állapíthatjuk meg *(1. ábra)*:

A naptári idő, 365 napot figyelembe véve, 8760 óra kihasználását teszi lehetővé. Az üzemidő 8000 óra körül mozog. Ebből következik, hogy évenként mintegy 760 óra alatt termelés nincs. Ez valamivel több, mint 1 hónap, tehát a jelenlegi karbantartás mellett az év 12 hónapjából egy hónapot + néhány napot a berendezések tervszerűen állnak. Ha az 1954-től 1961-ig terjedő időszak tapasztalatait értékeljük, akkor további kb. 1000 óra olyan időkiesés van, amelyet nem terveztünk, de a tervek készítésekor statisztikai adatokra támaszkodva bizonyos mértékig figyelembe vettünk. Az előbbi két állásidő a naptári időnek mintegy 24%-a. Ilyen nagy időkieséssel már feltétlenül foglalkozni kell. Az állásidő részletes elemzése azt mutatja, hogy hengercsere és igazítás, egyéb hengerlési, gépészeti, villamos zavarok az évi naptári időnek 2%-át teszik ki. Az egyéb kiesések, mint meleganyagra várás, vagy más, itt fel nem sorolt ok, közel 8%. Ezek olyan kiesések, amelyek a hengersor és a hozzátartozó kemence kapacitásának összehangolásával csökkenthetők, esetleg meg is szüntethetők *(2. ábra)*.

A javítási idők csökkentése szélesebb körű vizsgálatot kíván.



2. ábra. Az üzemzavarok eloszlása okok szerint

* Elhangzott előadásként 1962. szeptember 9-én Szilvásváradon tartott Hengerész Konferencián.

Rendelkezésre állnak az Ózdi Kohászati Üzemek termelési naplói 1899-től kezdődően. A naplók átvizsgálása alapján igen lényeges megállapítás tehető.

Az egyes új hengersorok felépítésétől kezdve a tiszta hengerlési idők egyre jobban csökkennek és a hozzájuk tartozó karbantartási idők (a javítások közötti összes üzemidő, de akár a naptári idő %-ában) növekednek. Ez tapasztalható egészen az 1930-as évekig. A 30-as évek közepétől beálltak az éves ciklusokra és ma is ez a mértékadó.

Vizsgálatokat folytattunk az okok felderítésére. A következőket tudtuk megállapítani. A hengersorokat korszerű gépgyártással dolgozó művek szállították. A hengerműi berendezések alkatrészei az idők folyamán elkoptak, esetleg túlterhelés miatt eltörtek. Minden esetben megfelelő tartalék nem állt rendelkezésre, és így a saját karbantartó műhelyekben pótolták. A saját gépműhelyek felkészültsége azonban kezdetleges volt, a szerkezeti anyagok kiválasztása sem sikerült mindig az eredeti alkatrész előírásainak megfelelően. Ebből következik, hogy a beépített pótalkatrészek élettartama lerövidült. Ameddig a lerövidülése csak egy, vagy egynéhány alkatrészre terjedt ki, addig az egész berendezés ciklusideje kevésbé rövidült, de amikor már az alkatrészek túlnyomó többségét helyi gyártásból pótolták, akkor ez a ciklusidő rövidülés meggyorsult. Erre bizonyíték az ózdi finomhengermű példája, mely 1899-től 1912-ig nem tartott főjavítást, mert az egyes alkatrészeket szénszünet, vagy egyéb állások alkalmával, amelyek egy-két napot tettek ki, könnyedén kicserélték. Az 1930-as években a ciklusidő már 1 év, ezen belül egészen az 50-es évekig hetenként 8 órás futójavítások, egy nyári főjavítás (kb. 2 hét) és egy téli (karácsony és újév között) közepes javítás is volt. Ezt felváltotta a kéthetenkénti, kezdetben 16 órás, majd később 8—10 órás futójavítás és egy tavaszi 4—5 napos, valamint őszi 9—14 napos főjavítást magában foglaló éves ciklus.

Vizsgálat alapján megállapítást nyert, hogy a régi üzemek karbantartó műhelyeinek felszerelése azonos géptípusokat tartalmaz, új eljárást biztosító berendezések nincsenek. A méretpontosság ellenőrzésére szolgáló mérőeszközök ma is többnyire marokkörzőből, tolómérőből és egyes esetekben mikrométerből állnak. Elmaradott a helyzet az illesztések és tűrésekben, mivel sok esetben még mindig bizonytalan meghatározások adnak utasítást az alkatrészek kivitelezésére. (Pl. „könnyen menjen", „meleghúzással lesz szerelve", „csak félig menjen rá, mert sajtolva lesz" stb.)

A felhasznált anyag, amelyből a pótalkatrész készül, legtöbbnyire ötletszerű kiválasztással jut el a műhelybe. Alig fordul elő, hogy egy alkatrész gyártásához műbizonylatos anyag kerüljön. A szemlélet az, hogy mivel elegendő vég és maradék van az ollóknál, valamint a fűrészeknél, tehát ezeket használjuk fel saját alkatrészeink pótlására. A vég- és maradék felhasználása alapjában véve helyes törekvés, ha a fix hosszban rendelt hengerelt áruk egyébként elsőrendű maradékairól van szó, de ezeket ismeretlenül, komoly termelőberendezés alkatrészeként felhasználni számtalan bizonytalanságot jelent.

Elriasztó az, amikor valamely alkatrész törése után, műszaki vizsgálat nélkül egyidejűleg méretet és anyagminőséget változtatnak. Előfordult olyan eset is, amikor a törőcsapszeg, amelynek feladata a berendezés megóvása attól, hogy annak értékesebb alkatrészei törjenek, többször eltört és az üzemzavart okozott. (Mivel az üzemzavaridő egy adott termelési időszakban kényes helyet foglal el a terv teljesítésében — ezen keresztül a bérezésben — ahelyett, hogy a törés okát felderítették volna, megnövelték a törőcsapszeg méretét.) Ezáltal, bár átmenetileg megszűnt az üzemzavar, de későbbi időszakban sokkal nagyobb üzemzavarok léptek fel.

Karbantartandó hengerműi berendezések csoportosítása

Ha összehasonlítjuk a kohászati berendezéseket egy gépgyár termelő berendezéseivel, akkor azt látjuk, hogy egy szerszámgép javítási ciklusidőtartama 3-tól 10 év. Feltehető a kérdés, vajon a kohászati berendezések egy éves ciklustartam ideje megfelelő-e, meg lehet-e azt hosszabbítani, esetleg a jelenleginek többszörösére is.

Vizsgáljunk meg egy szerszámgépet. A szerszámgép feladata, hogy gépalkatrészeket gyártsanak vele. A szerszámgép alkatrészei fogaskerekek, csapágyak, csúszva mozgó alkatrészek, amelyek kopnak és legtöbb esetben dinamikus igénybevételeknek vannak kitéve. Egy szerszámgép hajtóműve még akkor is, ha egyes fokozatai állandóan működnek, több felújítási cikluson keresztül nem szorul alkatrészcserére, vagy teljes felújításra. Élettartama sokszor 20—30 évet is elér. Miben különbözik tehát a kohászati termelő berendezés a szerszámgéptől? A kohászati termelő berendezés a kohászat szerszámgépe, tehát éppen úgy forgó, csúszó, kopásnak kitett működő alkatrészekből áll. Fogaskerekeket, csapágyakat síkban megmunkált csúszó felületeket tartalmaz, jelentős dinamikus igénybevételekkel.

Kíséreljük meg azokat a berendezéseket csoportosítani, amelyeket egy kohászati üzemben karbantartanak.

a) A daruk lehetnek közönséges, hat féle mozgást végző emelő és szállító berendezések, vagy lehetnek bonyolultabbak is, mint pl. mélykemence daruk.

b) A sorvonó berendezések villamos vagy gőzhajtásúak, a kapcsolódó pörgőkkel, hengerállvány a hengerekkel, csavarállító berendezés és tartozékai.

c) Manipulátorok, görgőművek, daraboló berendezések, toló, buktató, fordító berendezések, ollók, fűrészek.

d) Kikészítői gépek. Darabolók, egyengetők, csomagolók.

e) Szállítási gördülő anyagok, ezek többnyire a vasút központilag irányított karbantartásában vannak.

Külön vizsgálva a csoportokat, a következőket állapíthatjuk meg :

a) A daruszerkezetek karbantartása a vasszerkezet, gépi berendezés és villamos berendezés karbantartásából áll, ideértve a gépi berendezésben végrehajtott, kötél és horogcseréket is. A vasszerkezet karbantartása, normális pálya és üzemviszonyokat feltételezve, csak nagyobb időközökben válik tényleges karbantartási munkává. A többi daru alkatrészek, mint hossz- és macskamozgás futókerekei, az áttételi szekrények közlőművei, valamint a villamos kapcsoló berendezések aránylag gyorsan javíthatók. Ezek egyike sem határozza meg a javítás időtartamát és egyedenként vizsgálva csak a közlőművek és hajtóművek cseréje kíván jelentősebb állásidőt. 4—5 évig főjavítás nélkül kell dolgoznia. A futókerekek vagy a futófelületükön, vagy pedig a csapágy perselyben kopnak. E szerkezeti elemek a futófelület tartósító hőkezelésével szintén négy-ötszörös élettartamúra javíthatók. A futókerék csapszögek finom felületi megmunkálása javítja az üzemviszonyokat és növeli a tartósságot. A futókerekek cseréje néhány óra alatt elvégezhető. Külön előnyt jelent, ha egy termelési folyamatban azonos típusú daruk vannak üzemben.

b) A sorvonó berendezések zárt pörgői megfelelő tartósságúak, ha azok kenése és csapágyazása a korszerű követelményeknek megfelelően méretezett. Még a régebbi típusok is aránylag könnyen korszerűsíthetők. (Központi kenőrendszer, megmunkált fogfelületek pontos mértani, méretek.) Elérendő cél, hogy a sorvonó rész futó karbantartását és felülvizsgálatát a csere és igazítási idők, valamint a gyártási jellegű üzemzavarok alatt végezzék el. A nagymérvű karbantartási munkák a főjavítási programba tartoznak. Az állványok és alapozás karbantartása aránylag elhanyagolt. Tudomásul kell venni azt, hogy az alapozás éppen olyan tartozéka a berendezésnek, mint pl. egy villamos kapcsoló, vagy bármelyik fogaskerék. Az alapozás betonozását meg kell védeni a zsír és olaj beszivárgásoktól, mivel ezek ártanak a beton tartósságának. A kenőberendezések megfelelő kialakítása és a zárt hajtóművekből a kenőanyag kiszivárgásának meggátlása elősegíti a betonalap száraz állapotban tartását, így növeli annak tartósságát.

c) Ebbe a csoportba tartoznak a buktatók, görgősorok, eltoló és fordító berendezések, amelyeknek szerkezeti elemeit szintén visszavezethetjük a zárt fogaskerék hajtóművek szerkezetére. Ezek közül csak a görgősorokkal kívánok foglalkozni.

A görgősorok egy kohászati üzemben akár km-es hosszúságúak is lehetnek. Az új és különösen kis darabsúllyal dolgozó görgősorok többnyire külön motor meghajtásúak. Durvasorok egy-egy görgőjére már nagyobb teljesítményű motor szükséges, a darabhossz is igen nagy (esetleg 100 m-en felüli) ezért itt csoportos hajtóművek is megfelelnek. Régi üzemekben általában ez az elterjedt megoldás. A korszerű üzemekben a görgők egy-egy szakaszát külön motor hajtja meg. A korszerűsítést szakaszolással lehet végrehajtani, helyes, ha a szakaszolást tipizálással kötjük össze.

A szerkezeti elemek közül a tulajdonképpeni görgőköpeny súrlódik a darabbal, ha a köpeny kerületi sebessége nem egyezik a darab hengerlési sebességével. Ez kopásokat okoz, melyek hegesztéssel javíthatók. A görgő tengelyek, csapágyak és fogaskerekek működő felületeit tartósítani kell. (Lángedzés, nagy frekvenciás edzés, csiszolás, központi kenőrendszer.) A görgősorok szakaszolása azzal az előnnyel is jár, hogy a lefutott szakasz hajtóműve a darab elhaladása után lekapcsolható.

A görgősorok alapkeret szerkezete igen fontos szerkezeti elem. Feladata a görgőtestek csapágyainak hordozása. Üzem közben többnyire meleg anyagot továbbítanak a görgők, és az egész szerkezet egyenlőtlenül melegszik. Hosszú keretszerkezetek alapozása különösen statikailag határozatlan és rögzítéskor alakváltozások lépnek fel, mivel a hő okozta tágulás a statikailag határozatlan szerkezet miatt egyszerű szerkezeti hosszváltozással nem vezethető le. A szakaszos felújítás lehetőséget ad statikailag határozott szerkezet kialakítására és a hőokozta tágulás levezetésére. Igen fontos a szerkezetek szerelési pontossága, különösen kúpkerekek szerelésekor. A foghézag pontos beállítása sok kellemetlen zavartól óv meg.

Ollók és daraboló berendezések legfontosabb hibaforrása a daraboló szerszám vezetékének kopása. A kopás hézagnövekedéssel jár és a hézagnövekedés növekvő mértékével megszűnik a tiszta nyírás, összetett igénybevétel lép fel, amely szerszámtöréshez vezet. A szerszám vezetéke állítható betétlapokkal ezt meggátolhatja, a csúszó vezeték tartósítása megnöveli az ollók ciklusidejét.

d) Kikészítő gépek, daraboló, egyengető, berendezések hasonlóan működnek, mint a már felsorolt melegüzemi párjaik, ezért karbantartási szempontból azonos elbírálás alá esnek.

Az eddigiekben azokat a lehetőségeket kívántam megmutatni, amelyek a tervezett karbantartási idők időtartamát és gyakoriságát csökkenthetik és ezek a lehetőségek még ma is jelentősek, bár az utóbbi 7—8 év adatai különösen a tervszerűtlen állásidőkben jelentős csökkenéseket mutatnak. A felsorolt nagymértékű változást csak a gépészeti karbantartás korszerűsítése révén lehet elérni. A kohászati üzemek karbantartó műhelyeit megfelelő berendezésekkel korszerűvé kell tehát tenni. Szélesebb körben kell egyes berendezéseket tipizálni és egyes gépeket, vagy teljes géprészeket cserélni. Ennek üzemi eredményei eddig is rendkívül kedvezőek. Ma már pl. több darura azonos macskát használunk, így egy közös tartalék állandóan készenlétben áll. Az egész cseréhez szükséges idő egy-két óránál nem több.

A szerkezeti anyagok kiválasztásával már a bevezető részben foglalkoztam. Az ott mondottakat itt is figyelembe kell venni. Megengedhetetlen, hogy illetéktelenek módosítsák a rajzokat és az is, hogy a rajzok nem tartalmaznak minden előírást, amely egyértelművé teszi a gyártást. Nem szabad eltűrni azt, hogy az anyagelőírásokat nem tartják

be. Szükség van a karbantartási anyagok műbizonylatára is és az elrontott darabok anyagpótlását nem lehet az olló vagy fűrész mellől ötletszerűen összeszedni.

Az alkatrészek tipizálása, korszerű gyártása

Az 50-es évek elején nagy lendülettel indult meg az egyes szerkezeti elemek és szerelvény csoportok tipizálása, majd bizonyos megtorpanás következett be. Tengelykapcsolók, hajtómű szekrények, gyakran előforduló alkatrészek tipizálásában már az eddig elért eredmények is jelentősek. A karbantartás fejlesztésének további lépése csak széles körű tipizálásra alapítható. A korszerű gyártási módszer, a méretpontosság betartása olyan mérőeszközök, szerszámok, valamint készülékek használatát követeli meg, amelyek egyedi darabokként nem gazdaságosak. A tipizált alkatrészek méretazonossága egy meghatározott tűrésen belül lehetővé teszi az egyes alkatrészek könnyű cseréjét, többdarabos tételekből gazdaságos kis szériák kialakítását, finom felületi megmunkálásokat. A méretazonosság és az átvevő idomszerek bevezetése lehetővé teszi a csereszabatosságot, s a raktárkészletek csökkentését. A tipizálás következménye, hogy a csereszabatosság biztosítása révén lehetőség nyílik célgépek beállítására, ezen keresztül a gyártási költségek csökkentésére. A célgépek lerövidítik az átfutási időt, tehát egy-egy kis sorozat aránylag gyorsan jön ki a műhelyből.

Fontos kérdés az alkatrészek tartósságának növelése. Ebben az előrehaladás még nehezebb, jól lehet nagyobb eredményeket ez biztosít. Az alkatrészek tartósítását egészen kezdetleges módszerekkel 1956-ban kezdtük, amikor a bugasor hengerállvány utáni görgősorát mintegy 40 m-es szakaszon felújítottuk és a korábbi szokásoktól jelentősen eltértünk. A csapágyakat azonos típusú és méretű öntvényházakba raktuk. Az összes görgőtengelyeket, kúpkerekeket az akkori lehetőségek között finommegmunkálásnak vetettük alá, bevezettük a lángedzést, a betétedzést és korlátoltan a csiszolást. Különösen figyeltünk a csereszabatosság biztosítására. A tapasztalatok meglepőek voltak. A berendezés ma már 7 éve dolgozik és még nem kellett csapágyperselyen kívül más alkatrészt cserélni. A kerekek és tengelyek nagy részén 5 év után még láthatók voltak a megmunkálási nyomok. A tapasztalatok további buzdítást adtak és 1962-ig közel 400 méternyi hosszban ilyen gyártási eljárással készültek a görgősorok. Hasonló módon daru futókerekek csapszegeinek a felületét is keményítettük, a szívós mag meghagyásával. Az első gyártás a nagy áldozatok árán különösen megkövetelt gondos munka miatt, nagy időráfordítással járt. Időközben sikerült beszerezni egy csúcsköszörű gépet. A lángedzés módszerét a karbantartó gyárrészleg mérnökei állították össze és házi készítésű lángedző fejjel egy elhasznált szerszámgépen végezték a tengelyek lángedzését. Mindezek természetesen csak az elképzelések helyességének bizonyítását szolgálhatták. Ma ott tartunk, hogy a közeljövőben egy komplett hőkezelő műhely megépítését kezdjük meg, hogy az itt felsorolt előnyöket tömegméretekben tudjuk elérni. Kétségkívül fennáll az a tény, hogy az így legyártott alkatrészek a hőkezelés és finommegmunkálás költségeivel drágulnak, még akkor is, ha a kissorozat gyártás az egyik oldalon, a gyártás első fázisában költségcsökkenést hoz, de a kissorozatban gyártott alkatrészek hőkezelése és finomfelületi megmunkálása 5—20%-os önköltségnövekedést okozott. Az alkatrészek tartóssága azonban 3—5-szörösére emelkedett és ebből következik az eljárás gazdaságossága.

Az ismertetett eljárásokkal megszűnt eleinte a túlórázás, majd később létszámcsökkentésre is lehetőség mutatkozott. Az aránylag széles körben elterjedt tartós alkatrészek 20 munkaerőt szabadítottak fel és így oldottuk meg az üzemnek a 42 órás munkahétre való áttérését.

A gyártási módszer fejlesztésének egy másik fontos lehetősége a fogaskerekek készítése. Egy kohászati üzem összes villamosenergia felhasználásának közel 40%-át a hajtóművekhez használják fel. A helytelen alakkiképzés, a fogaskerék felületi finomságának korszerűtlen kiképzése a ma használt hajtóművek hatásfokát kb. 65—70 maximum 75% körül tartja. Helyes alakkal ez kb. 85%-ig növelhető. Mérések, illetve óvatos becslések szerint is kb. évi 5 millió kWó megtakarítás várható, ha az összes hajtóművek fogaskerékszerkezete a már ismertetett módon készül. Ez 606 Ft/MWó áron számolva évi 3,0 millió Ft energiamegtakarítást hozhat. Már ebből a megtakarításból is fedezhetők azok a gép és szerszám beszerzések, épületek és berendezések, amelyekkel a fenti előnyök elérhetők.

Az üzemi karbantartás, főleg a nagy kiterjedésű karbantartási munkákra figyelembe kell venni azt is, hogy az alkatrészek beszerelésén, komplex cseréjén kívül javításkor építészeti munkák is előfordulnak (különösen akkor, ha az alapozást kell kicserélni). Ha egy teljes szerelvényt a beton alapról fel kell szakítani, és a másikat a helyére tenni, közvetlen aláöntéskor a javítás időtartamát a beállítás utáni kötési idő határozza meg. A kohászati termelés nagy tömege és hatalmas termelési értéke a munka befejezését az utolsó meleg darabtól, az első meleg darabig méri, még akkor is, ha a karbantartást végző személyzet esetleg napokkal korábban elvonult a munkahelyről. Ezért célszerű ilyen helyeken külön fémalap beöntése és a fémalapon egyszerű csavarkötés feloldással a cserét építészeti munka kizárásával tervezni és kivitelezni. Rendkívül előnyös a gyorskötőszerek használata a betonozáshoz, ha a javítási időket rövidíteni akarjuk. Az ÉTI kitűnő recepteket tud adni, példa erre az ózdi tartósorozat alapbetonozás, ahol 24 óra kötési idő után már szerelés kezdődött.

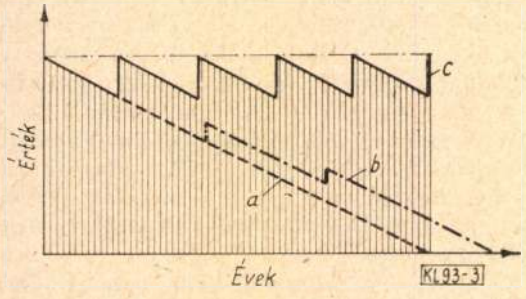
E módszerek ismertetésével és a bemutatott példákkal bizonyítani akartam, hogy a rajtunk múló lehetőségek kihasználása milyen nagy eredményeket hozhat.

Ha a ciklustartam növekedése ritkítja a futó javítások és ellenőrzések számát is, akkor a kis hengertartósság kényszerállásokat követel, amit eredményes karbantartásra éppen a megnöveke-

dett ciklus miatt nem lehet kihasználni. A ciklustartam következetes végrehajtása előtérbe hozza azt a problémát, hogy a hengertartósságot legalább addig a határig kell növelni, amíg az az új, nagyobb időközönként bekövetkező futó javítások és ellenőrzések időciklusainak megfelel.

Az elmondott példák és a hivatkozott eljárás aránylag kis befektetés árán jelentős termelési többletet tesz lehetővé. Külön gazdasági vizsgálatot kíván jelen dolgozat ama fejtegetése, amelyben az új berendezések beépítésétől számított ciklustartam fokozatos rövidülésével foglalkoztam. E helyen csak három lehetőséget kívánok ismertetni.

1. Ha megvizsgáljuk a berendezés értékalakulását az új beszerzés időpontjától hosszabb távlatban, akkor azt láthatjuk, hogy a berendezés értéke az értékcsökkenési leírással évről évre csökken. Ha nem végeznénk felújításokat, akkor egy idő elteltével (10—15 év) a berendezés értéke nullára csökkenne (*3. ábra a* vonala). Ebben az esetben bizonyos idő elteltével a berendezés értékét a vele termelt termékek árában realizáltuk.



3. ábra. A felújítás értékcsökkenést változtató változatai

2. A berendezések többségével a fenti gyakorlat nem követhető, mivel bizonyos időnként — a kohászatban eleinte ritkábban később egyre sűrűbben — felújításokat kell végezni. Ebben az esetben a felújítás mértékének megfelelően értéknövekedés áll elő (3. ábra *b* vonala). Ebben az esetben a berendezés értékének leírása elnyúlik, tehát a berendezés értékét a vele termelt termékek árában később realizáljuk.

3. A harmadik eset — ide tartozik a régi kohászati berendezések zöme — olyan értékcsökkenési leírást és felújítást mutat, amelynél a berendezés már gyakori felújítást kap és évről évre feléli az értékcsökkenési leírást. Ez az értéktartó, esetleg értéknövelő felújítás. Ezt a 3. ábra *c* vonala mutatja.

Fenti három alternatíva gazdasági következményekkel jár. Tegyük fel, hogy b berendezés erkölcsi kopása az újonnan kibocsátott új termelő berendezések miatt már jelentős mértékű. Ezzel kapcsolódóan felmerül a korszerűsítés szükségessége. Ha a berendezés értékét jelentősen, vagy teljesen leírtuk a korszerűsítés időszakára, akkor nem jelent semmilyen gazdasági problémát. Ha a berendezés értékét nem sikerült leírni, akkor egy jelentős értékű állóeszköz termelő berendezés kerül kiselejtezésre. Értékét a termelvények árában nem realizáltuk. A karbantartás minőségi fejlesztése, a ciklusidők megnövelése lehetővé teszi, hogy e veszteségeket elkerüljük. Fenti téma részletes vizsgálatát külön kívánom elvégezni, itt csupán felhívom rá a figyelmet. E helyen elhanyagoltam a jelenlegi értékcsökkenési leírás és állóeszköz értékelés hibáit.

Összefoglaló

A kohászati üzemek karbantartásában még jelentős tartalékok rejlenek, azonban ezeket a tartalékokat ráfordítások nélkül igen nehezen lehet (teljes mértékben) realizálni. A vizsgálat módszere más területeken is olyan eredményekhez vezethet, amelyek — az összehasonlítási alapul vett berendezés példája szerint — megnyújtják a ciklustartamot. Adott esetben, ahol a társadalmi szükségletek tartósan is csak maximum 5—15%-os növekedést igényelnek, a fenti tartalékok feltárására megoldást jelenthet.

Az elmondottakkal az érdeklődést és a figyelmet kívántam a hengerművek karbantartásának néhány fontos kérdésére irányítani.

Helytelen — helyes

A *lecsévélő berendezés közvetlen* a főmotorról *láncmeghajtású* lamellás tengelykapcsoló *közbeiktatásával üzemel.* — A lecsévélő berendezést a főmotor **láncbajtású** lamellás **tengelykapcsolón át hajtja meg.** (Az első mondat sem rossz, de elhagyható a közvetlen szó. A láncmeghajtású szóban a meg igekötő fölösleges ; nagyon jó a terminus technikus így is : láncbajtású. Végül az üzemel is elhagyható, hiszen kifejezőbb, hogy a csévélőt a motor forgatja, azaz meghajtja. A meghajt szóban már helyes, sőt szükséges a meg igekötő.)

Az előterméket 11 *zónás* légcirkulációs alagútkemencébe helyezik. A kemence mindkét végén 3—3 *zóna* képezi a hőkicserélő részt, míg a középső 5 *zóna* fűtött. — Az előterméket 11 **terű** légcirkulációs alagútkemencébe helyezik. A kemence mindkét végén 3—3 **tér** a hőkicserélő rész, míg a középső 5 **tér** a fűtött rész. (Az idegen szavak szótára szerint zóna = öv, övezet, körzet. A kemencét több részre, több térre osztjuk s ez a meghatározás egyértelmű és magyaros. Tehát nyugodtan használjuk az egyterű, többterű kemence megjelölést. Ennek megfelelően a kemencének van első tere, hátsó tere, alsó tere, felső tere, hűtőtere, fűtött tere stb.)

A *préstuskók felhevítése* a sajtolási *hőfokra* indukciós kemencék *segítségével történik.* — A *préstuskókat* a sajtolás *hőmérsékletére* indukciós kemencékben **hevítik fel.** (Az első mondatban itt is több hiba van : A felhevítés története feleslegesen terjengős, a cselekvést jobban kifejezi az a szó, hogy felhevítik. A felhevítés eredményeként a préstuskó hőmérsékletét emeljük és nem a hőfokát. Ezt a két fogalmat egyébként ma sokszor összecserélik. Nem szükséges a hőmérsékletemelést a kemence segítségével végezni, hiszen a hőátadás a kemencében zajlik le, tehát a préstuskót a kemencében hevítik fel.)

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a kifáradási *tulajdonságokat illetően* a tömörfalú acél szerkezetek között jelentős a különbség. — A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a tömörfalú acélszerkezetek kifáradási **tulajdonságai között** jelentősek a különbségek. (Az illetően felesleges töltő szó, a szórendváltozás érthetőbbé teszi a mondatot, hiszen a különbség a szerkezetek tulajdonságai között észlelhető a vizsgálatkor.)

Az alakítható alumíniumötvözetek kúszási tulajdonságai 20 és 300 C° között*

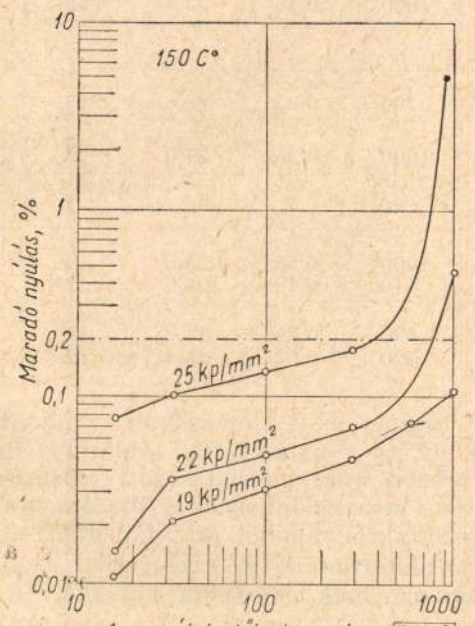
WELLER, JOACHIM — KÄHLING, G. — REMAHNE, S.
Intézet Ipari anyagoknak Könnyű szerkezetekhez Gazdaságos felhasználására (IfL), Dresden—Pirna

Folytatás

Dk 669·716:621·78:620·17

A 150 és 300 C° között vizsgált alumíniumanyagok AlCuMgNi-bázisú ötvözetek (F és G)

Az alumíniumanyagok melegszilárdságával foglalkozó összehasonlítások majdnem mindig megemlítik *az AlCu4Ni2Mg 1,5* típusú ötvözetet (így [13] és [14] is). Az 1. ábrán bemutatott áttekintéshez ehelyett az AlCuMg2NiFe típusú ötvözetet, F-et[1] választottuk, amelyik különösen a repülőgépmotorok gyártásához vált be és melyet az először említett ötvözetnél gyakran jobbnak tartanak. (Öregített állapotban mintegy 150 C° felett már ez az ötvözet sem stabil és meghatározott időtartamú hőhatás után a szövetszerkezetben fokozottabb mértékű különválások következnek. Az



5. ábra. Melegen öregített AlCu2Mg2NiFe-ötvözet (F) kúszási görbéi 150 C°-on. (15 mm átmérőjű sajtolt rudak)
• = szakadás

ilyen anyagokat azonban mégis igen gyakran használják az aránylag rövid élettartamú készülékek gyártásához, mesterségesen öregített állapotban, oldóhőkezelés: 530 C°-on edzés vízben, utána mesterségesen öregítve 10 óra, 185 C°.)

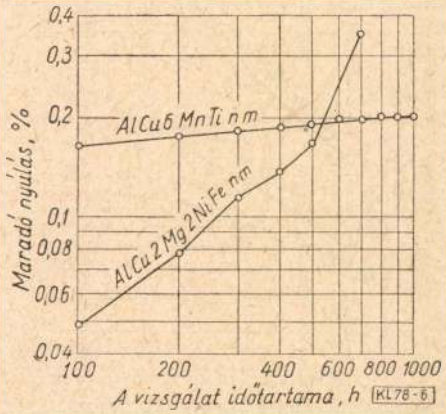
A vizsgálati hőmérsékleten végzett 20-órás előmelegítés után 150 C°-on az IfL-ben az *5. ábrában* bemutatott kúszási görbéket vettük fel. Ezeken határozottan látható, hogy mintegy 300 óra után a görbék a 3. kúszási állapotot mutatják. A 25 kp/mm² feszültséggel terhelt próbatest 90 órás igénybevétel után szakadt el. Ezzel szemben a többi próbatest az AlCuMg2-ötvözettől eltérően nem mutatta a kísérlet után a szilárdsági mérőszámok csökkenését, vagyis a szobahőmérsékleten meghatározott szakítószilárdság ugyanaz volt, mint a kiinduló állapotban, a 0,2-folyáshatár pedig csekély mértékben nőtt (egybevetve látható az 1. és 3. táblázatokon).

2. táblázat

AlCu2Mg2NiFe-, (F), AlCu6MnTiMg-, (H) és AlCu6MnTi-ötvözetek kúszási határai kp/mm²-ben

Kúszási határ	Vizsgálat hőmérséklete, C°	AlCu2-Mg2NiFe	AlCu6-MnTiMg	AlCu6-MnTi
		mesterségesen öregítve		
σ0,2/100	200	17,5	12,5	—
	250	8,7	8,2	7,5
	300	3,4	5,2	5,2
σ0,2/300	200	15,8	11,5	—
	250	8,0	7,8	7,2
	300	2,5	3,7	4,5
σ0,2/500	200	14,2	11,0	—
	250	7,2	—	7,1
	300	2,3	3,2	3,7
σ0,2/1000	200	13,2	10,5	—
	250	6,5	—	7,0
	300	1,9	2,5	3,3

Mivel az ötvözeteket például dugattyúanyagként nagyobb hőmérsékleteken is szokták használni, az IfL-ben 200, 250 és 300 C°-on is végeztünk kúszásvizsgálatokat. A következő fejezetben tárgyalt AlCu6MnTiMg, H ötvözettel összehasonlítva — amint a *2. táblázat* mutatja — 200 C°-on az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet 0,2-



6. ábra. Melegen öregített AlCu2Mg2NiFe- (F) és melegen öregített AlCu6MnTi-ötvözetek (I) 7 kp/mm²-re és 250 C°-ra vonatkozó kúszási görbéinek összehasonlítása. (15 mm átmérőjű sajtolt rudak). Vizsgálati hőmérséklet 250 C°, igénybevétel 7 kp/mm²
n = nemesített, *m* = mesterségesen öregített

*A dolgozat első része a Kohászati Lapok 1964. évi 3. számában jelent meg.

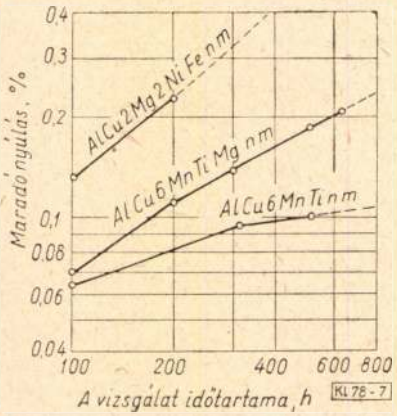
[1] Megfelel pl. a következő ötvözeteknek: A4—1 (SzU), 2618 (USA) és AU2GN (Franciaország).

3. táblázat

Hőkezelt hőálló alumíniumötvözetek nagyobb hőmérsékleteken végzett tartós statikus igénybevétele után szobahőmérsékleten meghatározott mechanikai jellemzői (minden esetben 20 órás előmelegítés a vizsgálat hőmérsékletén)

Anyag	Hevertetés az oldó hőkezelés után a kúszásvizsgálat előtt		A kúszásvizsgálat jellemzői			A kúszásvizsgálat után szobahőmérsékleten meghatározott mechanikai jellemzők		
	Idő, óra	Hőmérséklet, C°	Húzó igénybevétel, kp/mm²	Időtartam, óra	Maradó nyúlás, %	Szakítószilárdság, kp/mm²	0,2-folyáshatár, kp/mm²	Teljes nyúlás, %
Kúszásvizsgálat hőmérséklete: 150 C°								
C, AlCuMg2	150	20	22,0	1000	0,16	41,2	34	10,5
F, AlCu2Mg2NiFe	10	185	19,0 22,0	1000 1000	0,11 0,46	44,0 42,0	36 35	11,5 9,8
Kúszásvizsgálat hőmérséklete: 200 C°								
F, AlCu2Mg2NiFe	10	185	14,0 13,0	700 400	0,22 0,09	36,4 36,8	26 26	11,5 11,5
H, AlCu6MnTiMg	16	190	10,0	1000	0,13	33,4	22	17,5
Kúszásvizsgálat hőmérséklete: 250 C°								
F, AlCu2Mg2NiFe	10	185	7,0	700	0,35	28,6	15	14,5
I, AlCu6MnTi	12	210	7,0	1000	0,20	37,0	20	13,5
Kúszásvizsgálat hőmérséklete: 300 C°								
I, AlCu6MnTi	12	210	4,5 3,0	1000 510	0,58 0,10	25,0 26,0	10 12	19,0 19,5
H, AlCu6MnTiMg	16	190	3,0 2,0	630 520	0,21 0,03	24,2 26,4	11 12	18,0 20,0

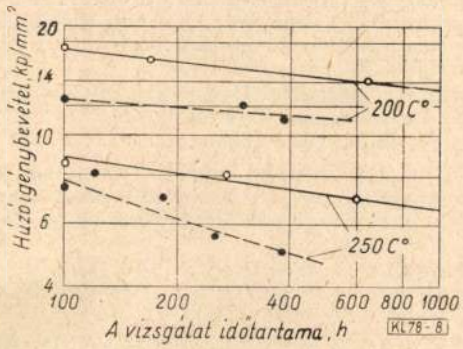
kúszási határa 1000 óra igénybevételig jobb, mint ennek a nagy Cu-tartalmú anyagnak. Ha összehasonlítjuk az 1. táblázatba foglalt kiinduló szilárdsági jellemzőket a kúszásvizsgálatok után meghatározott és a *3. táblázatba* összeállított szilárdsági jellemzőkkel, akkor meg kell állapítanunk, hogy az AlCu2Mg2NiFe-ötvözetnek 200 C°-on a túlöregedés elsősorban a szakítószilárdságát rontja, a 0,2-folyáshatárt viszont nem. A 200 C°-ra vonatkozó (3. táblázat), 700 órás igénybevétel után meghatározott jellemzők gyakorlatilag nem különböznek a 400 óra után meghatározottaktól, amiből arra következtethetünk, hogy az időtartam növelésével a szilárdság további romlása már csak igen lassan következnék be.



7. ábra. Melegen öregített AlCu2Mg2NiFe- (F), melegen öregített AlCu6MnTiMg- (H) és melegen öregített AlCu6MnTi-ötvözetek (I) 3 kp/mm²-re és 300 C°-ra vonatkozó kúszási görbéinek összehasonlítása. (15 mm átmérőjű sajtolt rudak)
a vizsgált hőmérséklet 300 C°, igénybevétel 3 kp/mm²
n = nemesített, *m* = mesterségesen öregített

250 C°-on (2. táblázat) az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet 0,2-kúszási határa 500 órás igénybevételig még jobb, mint a nagy Cu-tartalmú anyagoké, 1000 órás igénybevételen azonban az AlCu6MnTi-ötvözet, I anyag már jobb eredményeket ad. Az anyagok 250 C°-ra és 7 kp/mm² igénybevételre vonatkozó kúszási görbéit összehasonlítóan a *6. ábra* mutatja be. A 3. táblázatból látható, hogy a szilárdság 250 C°-on már igen erősen romlik. Amint azt a *7. ábra* mutatja, az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet 3 kp/mm² feszültségre és 300 C°-ra vonatkozó görbéje már a kezdeti szakaszban is lényegesen magasabban fut a nagy Cu-tartalmú anyagok, H- és I-görbéinél, ami alapján egyértelműen látható, hogy az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet 300 C°-on rosszabb.

Az AlCu2Mg2NiFe-ötvözetben, F lehet még cirkonadalék is, G. A cirkon az egyes tulajdonságokat javítja, így pl. csökkenti a sajtolási hatást (Presseffekt) többszöri átsajtoláskor [15]. Az IfL-ben ezért az AlCu2Mg2NiFeZr-ötvözetet, G



8. ábra. Melegen öregített Zr-tartalmú (G) és Zr-mentes (F) AlCu2Mg2NiFe-ötvözet 0,2% maradó nyúláshoz 200 és 250 C°-on tartozó kúszási határának összehasonlítása (15 mm átmérőjű sajtolt rudak)
$\sigma_{\varepsilon,2}$ % maradó nyúlás, ○ = Zr nélkül, ● = Zr-nal.

is megvizsgáltuk, melynek a szobahőmérsékleten a szokványos szakítóvizsgálattal meghatározott szilárdsági mérőszámai lényegesen jobbak voltak, mint a Zr-mentes anyagé. Hosszú időtartamú vizsgálatok során azonban az ilyen anyagnak — legalábbis rúdsajtolt termék alakjában — a kúszási tulajdonságai romlottak *(8. ábra)*. Így tehát a Zr-adalék ebből a szempontból nem előnyös.

Nikkelmentes, nagy réztartalmú ötvözetek (H, I és J)

Az AlCuMgNi-ötvözetekkel való összehasonlításkor bizonyos mértékig már ezekkel az anyagokkal is foglalkoztunk. Az ilyen anyagok kb. 6% rézen kívül adalékként vagy mangánt és titánt[2] és esetenként kis mennyiségű magnéziumot[3], vagy mangánt, vanádiumot és cirkont[4] tartalmaznak. (A két magnéziummentes típus — az AlCu6MnTi, I és az AlCu6MnVZr, J — 250 és 300 C°-on csak lényegtelenül különbözik egymástól. 1000 óráig terjedő igénybevételekre *Nock, Holt* és *Sprowls* [16] a 2219 ötvözetre (AlCu6MnVZr) vonatkozóan ebben a hőmérsékletközben közel ugyanazt a kúszási határt adják meg, mint amelyet az IfL-ben is meghatároztunk. A *9. ábra* 100 órás igénybevételre ennek a két anyagnak adja meg a húzóigénybevétel-nyúlás jelleggörbéjét. Ezeket az IfL-ben határoztuk meg; a görbék alátámasztják előbbi megállapításainkat.

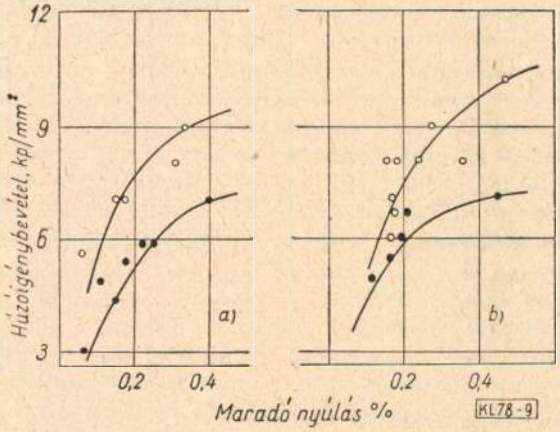
Az alábbiakban 250 C° hőmérsékletig terjedő felhasználásra még egy újabb anyagot ajánlunk, mely a nagy Cu-koncentráción kívül még mintegy 0,3% magnéziumot is tartalmaz. Ez az AlCu6MnTiMg-ötvözet, a H — ahogy azt a 2. táblázatban megadott kúszási határok mutatják — 200 C°-on rosszabb, mint az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet, az F anyag jellemzői. Ugyanakkor az AlCu6MnTiMg-ötvözet, H-anyag értékeinek csökkenése is valamivel fokozottabb, amint az az 1. és 3. táblázatok egybevetésével is látható.

A Mg-adalék a Mg-mentes anyagokkal szemben a kúszási határ szempontjából csak 300 óra igénybevételi időtartamig ad tényleges javulást (2. táblázat). Hosszabb terhelési idő alatt igen

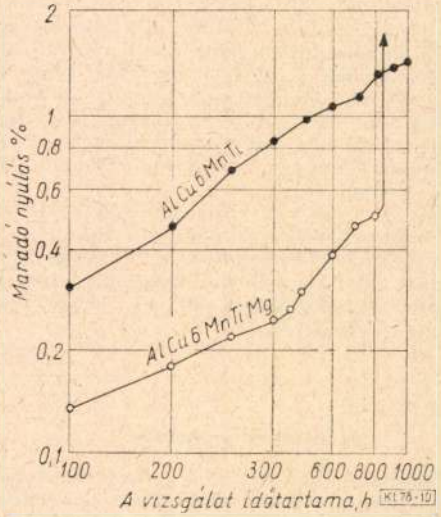
[2] megfelel pl. D20 (SZU)
[3] megfelel pl. D21 (SZU) és Au6MGT (Franciaország)
[4] megfelel pl. 2219 (USA).

könnyen bekövetkezik a szakadás veszélye, amint az a *10. ábrán* látható. A 8 kp/mm² feszültségre vonatkozó kúszásgörbék összehasonlítása alapján megállapítható, hogy ilyen esetekben a magnéziummentes anyagot kell előnyben részesíteni.

300 C° vizsgálati hőmérsékleten és hosszú ideig tartó igénybevételeken az öregbítő hőkezelés mindennemű befolyása elvész. Nagy réztartalmú anyagok szilárdsága mind a magnézium mentes, mind a magnéziumtartalmú ötvözeteké közel ugyanarra a szintre csökken (3. táblázat).



9. ábra. a) *Melegen öregített AlCu6MnTi- (I) és* b) *melegen öregített AlCu6MnVZr-ötvözet (J) húzóigénybevétel-megnyúlás ($\varepsilon b_{,1}$)-jelleggörbéje 100 órási igénybevétel után*
Igénybevétel 100 óra, ○ = vizsgálati hőmérséklet 250 C°, ● = vizsgálati hőmérséklet 300 C°



10. ábra. AlCu6MnTi- (I) és AlCu6MnTiMg-ötvözet (H) 8 kp/mm²-re és 250 C°-ra vonatkozó kúszási görbéjének összehasonlítása. (15 mm átmérőjű sajtolt rudak)
A vizsgálat hőmérséklete 250 C°, igénybevétel 8 kp/mm², szakadás εb_1 = 11% nyúláson.

A hosszabb ideig tartó igénybevételeken a magnéziummentes anyag 0,2-folyáshatára valavel kedvezőbben alakul. Ezt a tényt a 7. ábra kúszásgörbéinek összehasonlítása is alátámasztja.

Zsugorított (szinter-) alumíniumanyagok (SAP)

A zsugorított alumíniumporból gyártott anyag $\sigma_{0,2/1000}$ kúszási határára és a kúszási tulajdonságok egyéb mérőszámaira vonatkozóan *Irmann* [13]

közölt részletes adatokat. Importált SAO865 anyagon végzett vizsgálatainkkal ezeket az adatokat az IfL-ben igazoltuk. A 250 és 300 C°-on meghatározott $\sigma_{0,2/1000}$ kúszási határok jól egyeznek az irodalmi adatokkal [13], sőt a 400 C°-on 7 kp/mm² feszültséggel végzett vizsgálatok még valamivel jobb eredményt is adtak [17].

5. Összefoglaló

Ha az alumíniumanyagok korróziállóságával szemben semmi különösebb követelményt nem támasztunk és lényegében csupán tartós nyugvó terhelésre számítunk, akkor 60 C°-nál kisebb hőmérsékleteken az AlZnMgCu-típusú ötvözetek az összes többi alumíniumanyagnál jobbak. Szobahőmérsékleten a mesterségesen öregített AlZnMg3 ötvözet is jobb, mint a természetesen öregített AlCuMg2, 130 C°-ig az AlCuMg-anyagok használata ajánlható, a 200 C°-nál valamivel nagyobb hőmérsékletekig pedig az AlCu2Mg2NiFe-ötvözet előnyös. A 200—250 C° közötti hőmésékleten, rövid ideig tartó terheléseken a nikkelmentes AlCu6MnTiMg-típusú ötvözet nyerhet felhasználást, míg a 250—300 C° közötti hőmérsékletközben, hosszabb időtartamú igénybevételeken a magnéziummentes AlCu6MnTi- és AlCu6MnVZr-ötvözetek az összes többi alumíniumötvözetnél jobbak; ezek sem érik azonban teljesen el a SAP865 igen jó értékeit.

IRODALOM

[1] *Gajdukov, M. G.—Pavlov, V. A.:* Zavisimost polzucesti splavov Al-Mg ot temperatury i vliciny prilozennych naprjazenij. Fizika metallov i metallovedenije, VII/1959/2, 254—258. o.

[2] *Burg, E. V.:* Dauerstandversuche an gekneteten Anticorodal B, Avional-23 ausgehärtet und Peralumen-50 weich : bei 26, 100 und 130 C°. Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Techn. *18* (1952) 3, 73—86. o.

[3] *Weller, J.:* Beitrag zum Zeitstandverhalten von Aluminium-Knetlegierungen bei Raum- und mässig erhöhten Temperaturen. Vortrag auf einer Tagung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 30. 11. 1962. Veröffentlichung demnächst.

[4] *Brenner, P.:* Änderung der mechanischen Eigenschaften von kaltgewaltzten AlMg-Blechen AlMg-Blechen bei Raumtemperaturlagerung. Aluminium *36* (1960) 10, 589—594 o.

[5] *Welter, G.:* Statische Dauerfestigkeit von Metallen und Legierungen. Z. Metallkunde. *18* (1926) 3, 75—80. és 4, 117—120. o.

[6] *Irmann, R.:* Einfluss einer Erwärmung auf die Festigkeitseigenschaften von Reinaluminium und Aluminium-Knetlegierungen. Aluminium *23* (1941) 11, 530—540, o.

[7] *Göler, F. V.—Jung-König, W.:* Zur Definition der Dauerstandfestigkeit von Aluminiumlegierungen. Z. Metallkunde. *31* (1939) 10, 313—317. o.

[8] *Irmann, R.—Müller, W.:* Beitrag zur Bestimmung der Warmdauerstandfestigkeit verschiedener Aluminiumlegierungen. Schweizer Archiv f. angew. Wissensch. u. Techn. *2* (1936) 19, 231—239. o.

[9] *Wellinger, K.—Keil, E.—Meier, G.:* Über das Festigkeitsverhalten von Aluminium und Aluminiumlegierungen bei Temperaturen bis 300 C°. Aluminium *34* (1958) 8, 458—463. o.

[10] *Flanigan, A. E.—Tedsen, L. F.—Dorn, J. E.:* Stress Rupture and Creep Tests on Aluminium-alloy Sheet at Elevated Temperatures. Trans. Amer. Inst. Min. Metallurg. Eng. New York *171* (1947) 213—244. o.

[11] *Dix E. H.:* Aluminium Alloys for Elevated Temperature Service. Aeronautical Engineering Review, Vol. 15 (1956) 1. sz. 40—48. o.

[12] *Mann, K. E.:* Untersuchungen über das Zeitstandverhalten hochfester Aluminiumknetlegierungen. Z. Metallkunde. *32* (1961) 10. sz. 607—611. o.

[13] *Irmann, R.:* S. A. P. — der Aluminium-Sinterwerkstoff mit hoher Warmfestigkeit. Aluminium *33* (1957) 4. sz. 250—259. o.

[14] *Jung-König, W.—Zwicker, U.:* Verhalten der Leichtmetall-Legierungen in der Wärme. Aluminium *34* (1958) 6, 337—345. o.

[15] *Beyer, B.—Seliger, H.:* Über den Einfluss der Pressbedingungen und rekristallisationshemmender Zusätze auf den Presseffekt von Aluminium-Knetlegierungen. Neue Hütte 4 (1959) 3. sz. 165—173. o.

[16] *Nock, J. A.—Holt, M.—Sprowls, D. O.:* Alloy 2219. A new high-strength aluminium alloy. Metal Prog. *80* (1961) 3. sz. 87—91. o.

[17] IfL-Bericht Ms 9/61 : SAO 865 — Bestimmung der Zeitdehngrenze $\sigma_{0,2/1000}$ bei Prüftemperaturen von 250, 300 und 400 C°, verantwortl. Bearb *Müller, E.* (unveröffentlicht).

Helytelen — **helyes**

A kifáradási *határ értékét* is erősen befolyásolják a zárványok, főleg a *kontrakció értékeket egyértelműen.* — A kifáradási **határt** is erősen befolyásolják a zárványok, **főleg rontják a kontrakciót.** (Az értékek szó mind a két mellérendelt mondatban felesleges szószaporítás. A zárványok a szilárdsági tulajdonságokat rontják, helyesebb azt kimondani.)

A pörkök összes *vastartalmukat illetően* közepes minőségű vasércnek felelnek meg. — A pörkök összes **vastartalmuk alapján** közepes minőségű vasércnek felelnek meg.

A nyers pirit *bevitele* 1% S *növekedést jelentett.* — A nyers pirit **bevitelével a S-tartalom** 1%-**kal növekedett.**

Az oldat *koncentrációját* 80 g/l-re felemelték. — Az oldat **töménységét** 80 g/l-re növelték.

Néhány, közel *optimális viszonyok mellett végzett* pörkölés eredményét közöljük a réztelenítésre *vonatkozólag.* — A réztelenítésre néhány a **legkedvezőbbhöz közel eső viszonyok között végrehajtott** pörkölés eredményét közöljük.

A háromfajta anyag feldolgozása *folytán* jelentős Cu *kinyerése lehetséges.* — A háromfajta anyag feldolgozása **révén** jelentős **mennyiségű** Cu **nyerhető ki.**

A kohósítás fő *akadályát* a pörk réz- és cinktartalma *jelenti.* — A kohósítás fő **akadálya** a pörk réz- és cinktartalma.

Több repedékenységvizsgálati módszert próbáltunk ki. Ennek a *vizsgálati módnak* a leírása **előző** közleményünkben megjelent, azóta azonban *kisebb módosítások következtében már nem egyéni módszerré vált.* — Több repedékenységvizsgáló módszert próbáltunk ki. Az **eredetileg általunk** kidolgozott **módszernek** leírása már **korábbi** közleményünkben megjelent, azóta **többen módosítottak rajta, s ennek következtében eltér az eredeti módszerünktől.** (Az első két mondatból nem tudjuk mit is akar a szerző velünk közölni. Csak a szövegből később lehet kibogozni, hogy a kipróbált módszerek között volt egy saját, egyéni módszere. Ezt, miután közzé tette, mások módosították s így már eltér az eredetitől. Helyes szövegezéssel a gondolat nyomozás nélkül is érthető.)

Lenyomatkészítési eljárások acélok elektronmikroszkópos vizsgálatára

DÉR ÉVA
Vasipari Kutató Intézet, Budapest

DK 621.385.833: 669.14: 66.061

1. Bevezetés, célkitűzés

Az anyagok mikroszerkezetére vonatkozó ismeretek fejlesztésében igen nagy szerepe van a mind szélesebb körben használt elektronmikroszkópnak.

Fémes anyagok elektronmikroszkópos vizsgálatával külföldön már kb. 20—25 éve rendszeresen foglalkoznak. Hazánkban viszont ez ideig — igen kevés kivételtől eltekintve — ilyen vizsgálatokat a megfelelő berendezések hiánya miatt nem folytattak. Az utolsó években azonban már több elektronmikroszkópot helyeztek üzembe a vas- és fémipar kutatólaboratóriumaiban is. E vizsgálatok tehát hazánkban is egyre jobban terjednek.

Az elektronmikroszkópos metallográfiai vizsgálatok célja általában azonos a hasonló fénymikroszkópos vizsgálatokéval, használatukkal az elektronmikroszkóp nagyobb felbontóképességét és mélységélességét hasznosítjuk. A korszerű elektronmikroszkóppal sok, egyébként nehezen hozzáférhető probléma is megoldható, pl. egyes szubmikroszkópos fázisok észlelése és azonosítása elektrondiffrakciós úton.

A forgalomban levő elektronmikroszkópok zöme átvilágító rendszerű (transzmissziós). Szűkebb értelemben csak az ilyen átvilágító rendszerű mikroszkópokat nevezik elektronmikroszkópnak. A transzmissziós elektronmikroszkóp felbontóképessége 10—50 Å, azaz kétszeresen nagyobb a fénymikroszkópok felbontóképességénél. Ilyen elektronmikroszkópokon közvetlenül csak 500 Å-nél vékonyabb rétegeket lehet vizsgálni; az ennél vastagabb tárgyakon ugyanis az elektronsugár nem tud áthatolni. Csiszolatok, törési felületek stb. metallográfiai vizsgálatát tehát átvilágító elektronmikroszkópon, csak közvetve, lenyomatok segítségével végezhetjük.

Teljesség kedvéért megemlítjük, hogy vannak ma már felületek közvetlen reflexiós vagy emissziós leképezésre szolgáló elektronmikroszkóptípusok is. E típusok azonban egyrészt nem terjedtek még el, másrészt — elektronoptikai okokból — felbontóképességük sem jobb 200—500 Å-nél.

Ennek a közleménynek az a célja, hogy a vonatkozó szakirodalom és saját tapasztalatok alapján néhány metallográfiai szövetvizsgálatra és egyben más felülvizsgálatra is jól bevált lenyomatkészítési módszert ismertessen. Az eljárások ismertetésével egyrészt az elektronmikroszkópos vizsgálatokkal közvetlenül foglalkozóknak kíván e cikk segítséget nyújtani, másrészt e vizsgálatok eredményeit közvetve felhasználóknak általános áttekintést adni és megkönnyíteni a különböző eljárásokkal készült elektronmikroszkópos felvételek értelmezését.

2. A lenyomatkészítési eljárások ismertetése

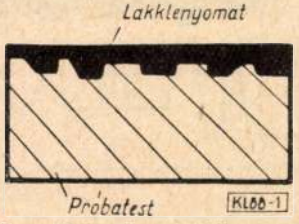
Mint már említettük, a felületeket az átvilágító elektronmikroszkópon lenyomatok segítségével vizsgálják: a vizsgálatra már előkészített felületről alkalmas módszerrel olyan vékony lenyomatot készítünk, amely a tárgy felületi domborzatát a kívánt mértékben követi és amely az elektronsugár számára átvilágítható.

A tárgy előkészítését mindig a vizsgálat célja szabja meg. Legtöbbször nem különbözik a hasonló jellegű fénymikroszkópos vizsgálathoz szükséges előkészítéstől. A vizsgálóberendezés nagy felbontóképessége miatt azonban a próbatesteket még gondosabban, még kifogástalanabbul kell előkészíteni. Metallográfiai szövetvizsgálat céljára a csiszolatok mechanikus fényesítését az egyes fázisok elkenődésének, kitöredezésének stb. elkerülése érdekében célszerű — ahol annak más akadálya nincsen — elektrolitos fényesítéssel helyettesíteni. A lenyomatok könnyebb leválasztása érdekében a maratás mélysége általában kisebb, mint a fénymikroszkópos vizsgálatoké.

Az elektronmetallográfiai célokra használt nagyszámú lenyomatkészítési eljárás közül itt a következőket ismertetjük:

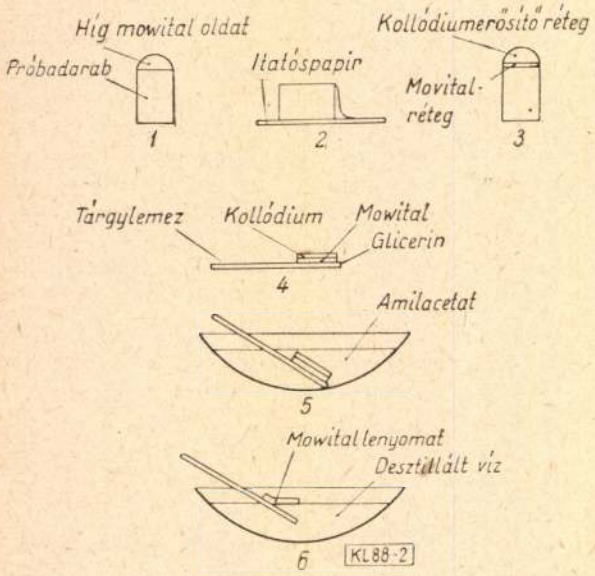
közvetlen lakklenyomatok,
vákuumban gőzölt szénlenyomat,
extrakciós lenyomatok,
kétlépéses, matrica-lenyomatok.

1. Közvetlen lakklenyomatok. Elektronmikroszkópos lenyomatkészítési célokra a kereskedelemben sokféle igen tiszta lakkanyag van forgalomban (formvar, kollódium, mowital stb.). E lakkok híg oldatát (0,4—0,5 g/ 100 cm³ oldószer) a próbatest előkészített felületére öntjük. Öntés közben célszerű a próbatestet enyhén megdönteni, így a lakkoldat a felület egyenlőtlenségeit jól kitölti, a felesleges lakkmennyiség pedig könnyen lecsuroghat. A lakkoldat megszáradása után a felületen vékony, összefüggő, kb. 200—500 Å vastagságú lakkfilm marad vissza, amelynek a próbatest felőli oldala követi annak felületi domborzatát, ellentétes oldala pedig közel síknak tekinthető *(1. ábra)*. Az ilyen lenyomatot egyoldalon leképező lenyomatnak nevezzük.



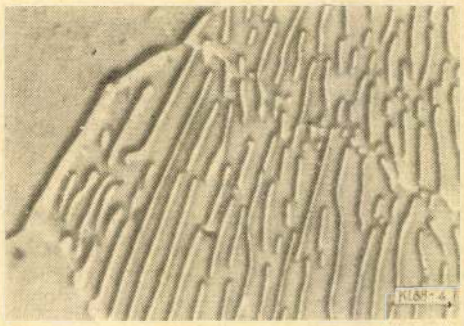
1. ábra. Közvetlen lakklenyomat

A vékony lakkréteget a felületről sérülés nélkül, pl. letépéssel eltávolítani általában nem lehet. A felületről való leválasztásnak legegyszerűbb módja az, hogy a próbatestet, illetve annak vékony felületi rétegét pl. savban kioldjuk alóla. Ha a vizsgálandó felületre a továbbiakban is szükségünk van, vagy ha a próbatest gyakorlatilag nem oldható, a lenyomatot a mowital lakklenyomatra kidolgozott következő módszer alapján távolíthatjuk el. A kloroformban oldódó, vékony mowital lakklenyomatra megszáradás után erősítő rétegként méz-sűrűségű kollódium (amilacetátban oldott nitrocellulóze) lakkot öntünk. Száradás után a kettős lakkréteg vastagság kb. 0,2—0,3 mm. A kettős lakkréteg a felületről csipesszel könnyen letéphető. Az erősítő kollódium réteget ezután amilacetátban leoldjuk és a visszamaradó vékony mowital-lenyomatot desztillált vízben tárgytartóra visszük *(2. ábra)*.



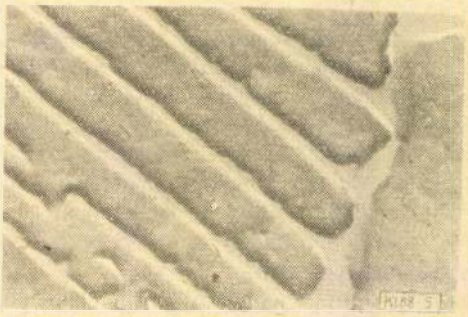
2. ábra. Közvetlen mowital-lakklenyomat készítése és a felületről való eltávolítása erősítő kollódiumréteg segítségével

Az elektronmikroszkópban a homogén elektronsugárnyaláb a próba felületi domborzatának megfelelő vékonyabb-vastagabb lakkrétegen áthatolva különbözőképpen szóródik *(3. ábra)*. A próbatest kevéssé maródó fázisai — amelyek eredetileg a felületből kiemelkedtek — világosnak, a mélyebben maródók sötétnek látszanak. Az elektronmikroszkópos képet a fénymikroszkópos képpel összehasonlítva lényeges különbség, hogy a lakklenyomat csak a próbafelület domborzatáról ad felvilágosítást, az egyes fázisok eredeti színkülönbsége nem jelentkezik. A *4.* és *5. ábrán* látható ferritperlites acélról készült



3. ábra. Az elektronmikroszkópos pozitív kép feketedése, egyoldalon leképező lenyomat átvilágításakor

4. ábra. Ferrit-perlites acél szövetképéről készült közvetlen mowital-lenyomat elektronmikroszkópos képe. A cementitlamellák világosak, a ferrites alapszövet szürke
Alk. HNO_3, Nagyítás 4000-szeres (eredeti 6000-szeres)



5. ábra. Ferrit-perlites acél szövetképéről készült közvetlen mowital lenyomat elektronmikroszkópos képe
Alk. HNO_3, Nagyítás 12 000-szeres (eredeti 18 000-szeres)

mowital-lenyomat elektronmikroszkópos képét mutatjuk be. A perlit cementitlamelláinak színe fehér, míg a ferrites alapszövet szürkés.

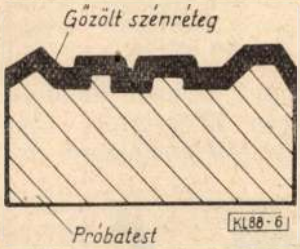
A lakklenyomatok készítése aránylag egyszerű, külön berendezést nem kíván. Nehézséget okoz azonban, hogy a vékony lakklenyomatok a különböző kezelési műveletek, valamint elektronsugárzás hatására erősen zsugorodnak, szakadoznak. További hátrányuk, hogy a különböző szerves lakkanyagok molekulamérete 100—200 Å lévén, ilyen lenyomatokkal a felület ennél finomabb részleteit leképezni nem lehet. Használatukkal tehát még a rutinelektronmikroszkópok 25—50 Å-ös felbontóképességét sem lehet kihasználni.

2. A vákuumban gőzölt szénlenyomat. Az egyetlen olyan lenyomat, amelynek felbontása kedvező esetben 8—10 Å körül van, tehát a korszerű elektronmikroszkópok nagy felbontóképességét ki lehet vele használni.

A szénlenyomatot legegyszerűbben *Bradley* nyomán [3], vákuumban való gőzöléssel készíthetjük. 5.10^{-4}—10^{-5} torr nyomású vákuumban enyhén egymáshoz nyomott spektráltiszta szénrudak villamos izzításakor az érintkező csúcsok a nagy átmeneti ellenállás miatt erősen felizzanak. Innen az izzó szénrészecskék elgőzölögnek, és a légritkított kezelőtérben elhelyezett tárgyakra

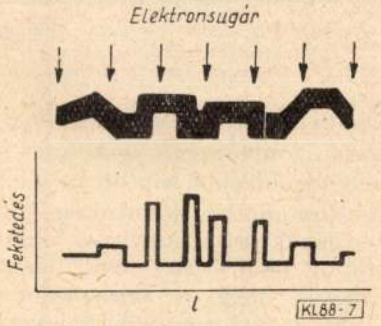
lecsapódva azokon vékony, összefüggő réteggé állnak össze. Lenyomatok céljára legmegfelelőbb a 100—200 Å vastagság. Ilyen kis rétegvastagságok mérése rendkívül nehéz, az adott elektródaméretek, áramerősség és tárgytávolságon azonban a gőzölési idő változtatásával kis gyakorlattal könnyen készíthető megfelelő vastagságú szénhártya. Jó módszer a szénhártya vastagságának megbecslésére, ha gőzöléskor a tárgy mellé olajjal (pl. diffúziós olaj) lecseppentett mázas porcellándarabkát helyezünk: amikor az olajos és olajmentes rész között szemmel árnyalatbeli különbséget tudunk felfedezni, a szénréteg vastagsága kb. 100 Å.

A gőzölt szénhártya a próbatest felületén közel egyenletes vastagságú réteget, azaz kétoldalon leképező lenyomatot alkot *(6. ábra)*.



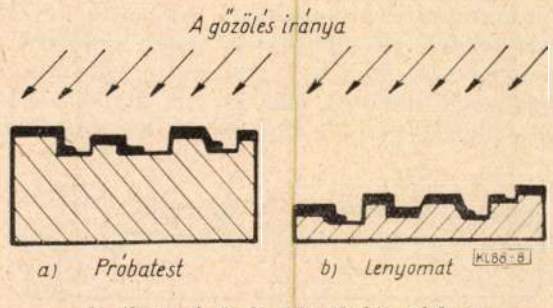
6. ábra. Vákuumban gőzölt szénlenyomat

A lenyomatot az elektronmikroszkópban merőleges elektronsugárnyaláb világítja át. Az átvilágítás irányával különböző hajlásszöget bezáró részekben az elektronsugár hosszabb-rövidebb utat tesz meg, ez a helyi vastagságkülönbség hozza létre a képkontrasztot *(7. ábra)*. Kétoldalon leképező



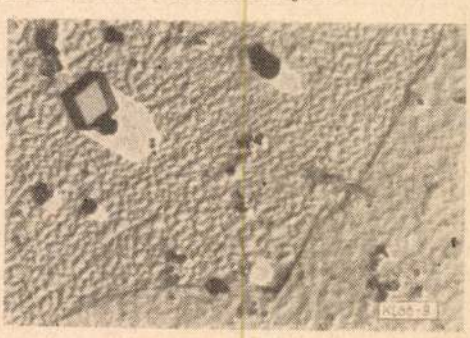
7. ábra. Az elektronmikroszkópos pozitív kép feketedése, kétoldalon leképező lenyomat átvilágításakor

lenyomatok használatakor az egyes fázisok színkülönbségének elveszésén kívül egy adott képrészletről közvetlenül még az sem dönthető el, hogy amit látunk, kiemelkedés vagy bemélyedés-e az eredeti próbatesten. Ennek eldöntésére egyéb fogásokat kell alkalmazni: pl. ferde árnyékolást. A vizsgálandó felületre vagy a felületről eltávolított lenyomatra vákuumban 15—45°-os szögben vékony arany, platina, ezüst stb. réteget gőzölünk. Az előbbi módszert előárnyékolásnak, a utóbbit utóárnyékolásnak nevezzük. Az előárnyékolás megbízhatóbb, mert a lenyomat a felületről való eltávolítás közben könnyen eltorzulhat, és az ezt követő árnyékolás a torzítást növeli. A ferde irányú gőzöléskor a kiemelkedő felület-



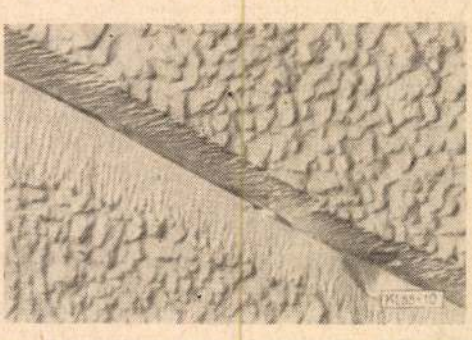
8. ábra. A ferde árnyékolás vázlata
a előárnyékolás, b utóárnyékolás.

részek mögé nem rakódik le anyag *(8. ábra)*, a lenyomat merőleges átvilágításakor tehát úgy látszik, mintha azok árnyékot vetnének *(9. ábra)*. A ferde árnyékolást a lenyomatok kontrasztosságának növelésére is használják.



9. ábra. 18/8 CrNi acél elektronmikroszkópos szövetképe. Arannyal árnyékolt, vákuumban gőzölt szénlenyomat
Alk. HNO_3, Nagyítás 4000-szeres (eredeti 6000-szeres)

A gőzölt szénlenyomatot a felületről leválasztani igen nehéz, eltávolítása legtöbbször csak a próba felületi rétegének kioldásával érhető el. Ötvözetlen, gyengén vagy közepesen ötvözött acélok vizsgálatakor 5—10%-os sósav, salétromsav vagy egyéb sav-alkohol keveréket használunk oldószerként. A szénhártya az acél összetételétől függően 1—10 órás oldás után válik szabaddá.



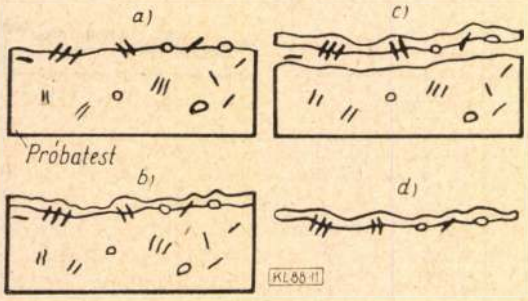
10. ábra. Permalloy szemcsehatárának elektronmikroszkópos képe. Vákuumban gőzölt szénlenyomat
Királyvíz. Nagyítás. 4000-szeres (eredeti 6000-szeres)

Közvetlen szénlenyomatról készült a *10. ábrán* látható elektronmikroszkópos felvétel.

3. Extrakciós lenyomat.[1] Igen elterjedten használják acélok elektronmikroszkópos vizsgálatára. Ez a lenyomat az előzőkben ismertetettek től abban különbözik, hogy a próbatest felületét a szo-

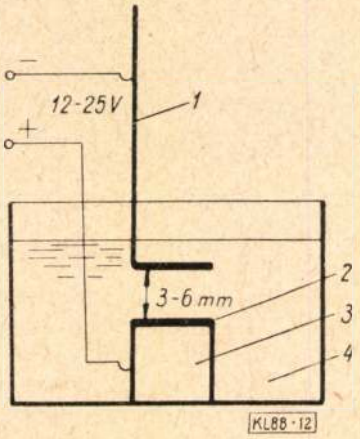
[1] Extraction replica, Ausziehabdruck. Az egyes közleményekben előforduló „kiválásos lenyomat" fordítás félreérthető, helytelen.

kásosnál mélyebb maratással készítik elő. A mélyebb maratás következtében a próbatest kevésbé oldódó fázisai (pl. zárványok) körül kioldódik az alapanyag [*11. ábra a)*]. Az ezután gőzölt szénhártya vagy ráöntött lakkréteg a kiálló részecskéket beburkolja *(11. ábra b)*. A lenyomat leol-



11. ábra. Extrakciós lenyomat készítésének vázlata
a = a próbatest felülete maratás után *b* = a lenyomat anyagának rávitele a maratott felületre *c* = második maratás, *d* = extrakciós lenyomat a beleragadt zárványokkal

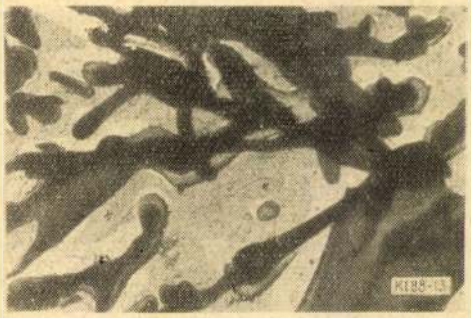
dását ezután egy második elektrolitos maratással kötjük egybe *(11. ábra c)*. A leoldás és maratás gyakorlati módja a *12. ábrán* látható : a próba-



12. ábra. Az extrakciós lenyomatok elektrolitos leoldásának vázlata
1 = Pt-elektróda, 2 = gőzölt szénlenyomat, 3 = próbatest, 4 = elektrolit

testet egyenáramú áramforrás pozitív sarkához kötve 5—10%-os sósav, salétromsav vagy egyéb sav-alkohol elektrolitba merítjük. Ellenelektródaként saválló acélból, platinából stb. készült vékony lemezt használunk. A vázolt körülmények között az oldáshoz szükséges feszültség nagysága 12—25 V. A leoldás időszükséglete általában 10—60 s. Az extrakciós lenyomat a körülburkolt apró részecskéket magába foglalja, azok a lenyomatban tehát eredeti helyüknek és orientációjuknak megfelelő rendben helyezkednek el. A kioldott részecskéket az elektronsugár csak többékevésbé képes átvilágítani, ezért a mikroszkópba általában csak árnyképük jelenik meg. E részecskék kristályfelépítése és orientációja kedvező esetben elektrondiffrakciós méréssel határozható meg. Elektrondiffrakciós mérések elvégzésére viszont ma már a legtöbb elektronmikroszkóp alkalmas.

A 9. ábrán egy 18/8-as CrNi acél szövetképről készült annyal árnyékolt extrakraciós szénlenyomat elektronmikroszkópos képe látható. A nagyobbméretű szögletes titánkarbid részecskék a lenyomatból kiperegtek, csak a kisebb, fekete foltokként jelentkező részecskéket foglalta a lenyomat magába. Perlites acélról készült extrakciós lenyomaton a cementitlamellák árnyképét lát-



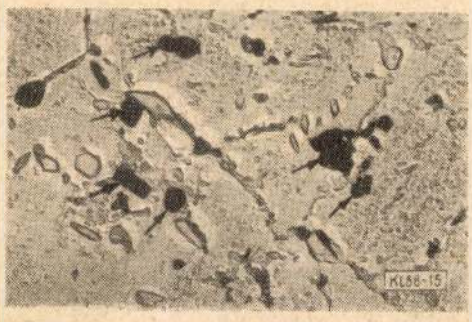
13. ábra. Perlites acél szövetképéről készült extrakciós szénlenyomat elektronmikroszkópos képe
Alk. HNO_3. Nagyítás 8000-szeres (eredeti 12 000-szeres)

hatjuk *(13. ábra)*. Teljesen kioldott, elektromossugárral részben átvilágított cementitlamellák láthatók a *14. ábrán* 8 000-szeres nagyításban.



14. ábra. Perlites acélból kioldott cementitlamellák elektronmikroszkópos képe
Nagyítás 8000-szeres (eredeti 12 000-szeres)

Az extrakciós eljárással, illetve az elektrolitos leoldással azonban igen óvatosan kell eljárni. Nem megfelelő leoldáskor sok olyan szennyeződés kerülhet a lenyomatra (oxidreteg, maratáskor létrejövő termékek stb.) ,amelyek a mikroszkópi vizsgálat során nem, vagy csak igen nehezen különböztethetők meg a csiszolaton eredetileg jelen volt, ahhoz tartozó, kioldott részecskéktől. A felesleges szennyeződés és ebből keletkező zavar elkerülése érdekében a próbatest összes nem vizsgált felületét célszerű gondos leköszörülés és alkoholban való lemosás után vékony lakkréteggel bevonni. A lenyomaton észlelt szennyeződés a lenyomatnak erős savban való óvatos kezelésével, esetleg főzésével távolítható el. A kezeléskor általában a lenyomaton levő összes részecske kioldódik, a felületen eredetileg is jelen volt részecskék lenyomata azonban a vékony hártyán megmarad. További ellenőrző módszer, ha a próbatest felületét a lenyomat készítése előtt ferdén árnyékoljuk. Ekkor ugyanis a próba felületéhez tartozó részecskék árnyékot vetnek, míg a további műveletek közben a lenyomatra kerülő szennyeződéseknek árnyékuk nincs. Ez utóbbi módszerre példaként a *15. ábrát* mutatjuk be.



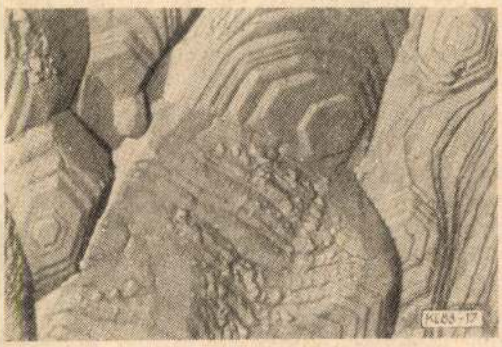
15. ábra. 21 CrMoV 511-es acél szövetképéről készült extrakciós szénlenyomat elektronmikroszkópos képe
A nyíllal jelölt fekete részecskéknek árnyéka nincs, tehát azok a későbbi műveletek közben kerültek a lenyomatra. Alk. HNO_3. Nagyítás 8000-szeres (eredeti 12 000-szeres)

Az elektronmikroszkóp nagy mélységélessége (1—2 mikron) jól hasznosítható nagy magasságkülönbségű töretfelületek vizsgálatára. Acélok törési felületének vizsgálatára jól bevált az ismertetett elektrolitos lenyomat leoldási módszer *(16. ábra)*.



16. ábra. Acélszakítópróba töretfelületéről készült szénlenyomat elektronmikroszkópos képe
Maratlan. Nagyítás 4000-szeres (eredeti 6000-szeres)

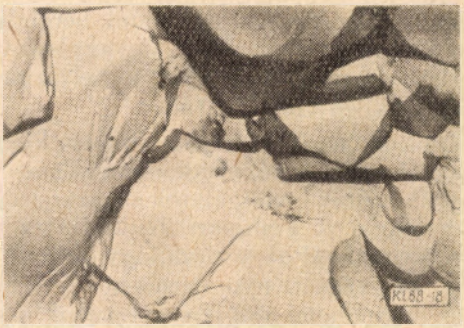
4. Gyors és aránylag egyszerű lenyomatkészítési eljárások a kétlépéses vagy matricalenyomatos módszerek. Lényegük az, hogy valamilyen alkalmas anyagból (polimerizálódó műanyag, termoplasztikus anyag, szerves lakk stb.) elkészítjük a felület negatívját (matricáját). A vastag matricát a felületről sérülés nélkül, pl. letépéssel könnyen eltávolíthatjuk. Az eredeti próbafelület épségben marad, és további vizsgálatok céljaira felhasználható. Elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz a letépett matricát használjuk a továbbiakban tárgyként, azaz ennek felületéről készítünk



17. ábra. Mg—Mn-ferrit felülete 1300 C°-on levegő atmoszférában való izzítás után. Kétlépéses kollódium-szén lenyomat elektronmikroszkópos képe
Maratlan. Nagyítás 4000-szeres (eredeti 6000-szeres)

vákuumgőzöléssel vagy más módszerrel, elektronsugárral átvilágítható lenyomatot. A vékony lenyomat alól a matricát kioldjuk. Jól használható ez a módszer nagy magasságkülönbségű, durva törési felületek vizsgálatára is.

A *17. ábra* 1300 C°-on levegő atmoszférában izzított Mg-Mn-ferrit felületéről készült kétlépéses, kollódium matricára gőzölt szénlenyomat elektronmikroszkópos képét mutatja. A kollódium matrica kb. 10%-os (mézsűrűségű) kollódium-amilacetát oldatnak a felületre való cseppentésével és beszárításával készül. A *18. ábra* műkorund forgácsoló lapka töretfelületéről azonos módszerrel készült elektronmikroszkópos felvétel.



18. ábra. Műkorund forgácsoló lapka töretéről készült kollódium-szén lenyomat elektronmikroszkópos képe
Maratlan. Nagyítás 8000-szeres (eredeti 12 000-szeres).

A többszörös műveletek a lenyomat (kétlépéses lenyomat) torzítási lehetőségeit növelik. Ezért a kétlépéses eljárás használata csak akkor indokolt, ha az egyéb eljárásokkal a tárgyra közvetlenül felvitt vékony lenyomat a felületről nem, vagy csak nehezen távolítható el, illetve ha a vizsgált tárgy kioldására egyéb okok miatt nincs lehetőség. A kétlépéses eljárással készült lenyomatokkal elérhető felbontóképességet a matrica anyagának molekulamérete korlátozza, ezért az nem jobb 100—200 Å-nél.

Az elektronmikroszkópos felvételek a Vasipari Kutató Intézet VEB Werk für Fernsehelektronik (Berlin) gyártmányú, KEM-1 típusú elektronmikroszkópjával kisfilmre készültek.

Összefoglaló

Az elektronmikroszkópos metallográfiai vizsgálatok döntő problémája a megfelelő lenyomatok készítése. A dolgozatban ezért olyan lenyomatkészítési módszereket ismertettünk, amelyek saját munkakörünkben a legjobbaknak bizonyultak: a közvetlen lakklenyomatok, vákuumban gőzölt szénlenyomat, extrakciós lenyomatok és kétlépéses (matrica) lenyomatok. Az ismertetett eljárásokat a Vasipari Kutató Intézet VEB Werk für Fernsehelektronik gyártmányú KEM 1 típusú elektronmikroszkópján készített felvételanyagon mutatjuk be.

IRODALOM

[1] *Reimer, L.:* Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden.
[2] *Nestler, C. G.:* Einführung in die Elektronenmetallographie. Leipzig, 1960.
[3] *Bradley, D. E.:* Evaporated carbon films for use in E. M. Brit. J. Appl. Physics 5, 65 (1954).

Ipari nyomjelzéses vizsgálatok sugárvédelme

A felhasználható maximális izotópmennyiség meghatározása

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ, Fémipari Kutatóintézet, Budapest

DK 541.15.001.42

Bevezetés

A zárt és nyitott sugárforrások elkülönülését az ipari felhasználásban is megtaláljuk. A nyitott izotópok ipari használatának egyik legnagyobb részét a különböző berendezésekben létrejövő áramlási viszonyok tanulmányozása képezi. A lejátszódó kémiai reakciók jelzett atomokkal ugyanis legtöbb esetben laboratóriumi körülmények között jól vizsgálhatók. Viszont az üzemi berendezések keveredési, anyagtartózkodási, anyagvisszatartási és áramlástani problémái csak a helyszínen, az adott készülékben vizsgálhatók.

Hazánkban az ipari nyomjelzéses kísérletek számának örvendetes növekedése szükségessé teszi, hogy foglalkozzunk e vizsgálatok sugárvédelmével. Dolgozatunkban a Fémipari Kutatóintézet izotóplaboratóriuma által a timföldgyárakban több mint négy éve végzett nyomjelzés mérések tapasztalatai és eredményei alapján szeretnénk a sugárvédelem egyes kérdéseire feleletet adni.

A probléma két részre osztható: védekezés a vizsgált anyag, vagy termék, valamint a berendezés és környezet elszennyeződésének — vagyis az inkorporáció — veszélye ellen, valamint védekezés a külső sugárveszély ellen. A radioaktív indikátornak a rendszerbe jutása után legtöbb esetben csak az inkorporáció ellen kell védekeznünk, míg az indikátor szállításakor, betáplálásakor az előbbin kívül a külső sugárveszély is lényeges szerepet kap. Ez utóbbi ellen való védekezés számos szakkönyv tárgya, így e helyen nem foglalkozunk vele.

A megengedhető legnagyobb izotópmennyiség meghatározása tartálysorok vizsgálatakor

A különböző minőségű nyersanyagokban és félkésztermékekben megengedhető szennyező elemek legnagyobb mennyiségét különféle szabványok és előírások rögzítik. Ezek azonban nem felelnek meg a sugárzásuk folytán más elbírálásban részesülő radioaktív izotópokra.

A „Radioizotópok sugárzásai elleni védelem" című MSZ 62—61 szabvány a radioizotópok ipari felhasználásakor betartandó előírásokat két csoportra osztja, attól függően, hogy a szennyezett anyag további felhasználásra nem kerül, vagy pedig azt tovább is használják.

Ha az anyag nem kerül további felhasználásra, akkor az I. és II. veszélyességi osztályba sorolt izotópokból egy alkalommal csak annyi használható fel, hogy abban az anyagban, melyben a radioaktív anyag eloszlik, koncentrációja ne legyen nagyobb az ivóvízben, illetve a levegőben megengedett maximális koncentrációnál. A III. és IV. veszélyességi osztályba sorolt izotópok legnagyobb koncentrációja a megengedett szennyezettségnek tízszerese lehet.

A további felhasználásra kerülő anyagokhoz pedig — tekintet nélkül a felhasznált izotópok veszélyességi osztályára — úgy kell meghatározni az egyszerre beadagolásra kerülő izotóp mennyiséget, hogy eloszlása után ne haladja meg az ivóvízben, illetve a levegőben megengedhető legnagyobb koncentrációt. Vizsgáljuk meg, hogy mit jelent az a fogalmazás, hogy „a radioizotóp koncentrációja abban az anyagban, amelyben eloszlik". Ha egyetlen tartályról van szó, akkor a probléma valóban egyszerű: az izotóp mennyiségének és a tartályban levő anyagnak viszonya megadja a végkoncentrációt, feltéve, hogy megvárjuk az anyag egyenletes elkeveredését, mint pl. izotóphígításon alapuló térfogatméréskor. Mi lesz azonban a helyzet a folyamatos berendezések vizsgálatakor, amelyekbe az anyag egyrészt meghatározott sebességgel befolyik, de másrészt ugyanakkor el is távozik és esetleg egyszerre több fázis is van jelen? Mi lesz az izotóp maximális koncentrációja, mekkora térfogatban fog eloszlani?

A továbbiakban a felvetett kérdésekkel szeretnénk részletesebben foglalkozni. Hangsúlyozzuk azonban, hogy az adott válaszok nem lesznek teljesen szabatosak és egyértelműek, legtöbb esetben csak közelítő megoldások, hiszen ha előre ismernénk a keveredés és áramlási viszonyokat, akkor nem lenne szükség mérésükre.

Tárgyalásunkat csak egy fázisra, pl. folyadékra korlátozzuk, de a megállapított eredmények érvényesek több fázisú rendszerekre is, csak az egyes jellemzőket (térfogat, áramlási sebesség stb.) a jelzett fázisra kell vonatkoztatnunk. Továbbá mindenkorra feltételezzük, hogy a szennyezett anyagot tovább használják, azaz az izotóp végkoncentrációja nem haladhatja meg az ivóvízre előírt megengedhető legnagyobb koncentrációt.

Az anyag keveredésének egyik határesete a dugattyúszerű áramlás, a másik a tökéletes keveredés. Az előforduló esetek jórésze előállítható e kettő különböző kombinációi révén.

Dugattyúszerű áramláskor az adott időpillanatban belépő folyadékrészecskék azonos áramlási sebességgel haladnak és egyszerre hagyják el a rendszert. Tökéletes keveredéskor azonban a belépő részecskék végtelenül rövid idő alatt egyenletesen elkeverednek a tartály egész térfogatával, így kilépésük nem egyszerre, hanem időben egymás után következik be.

Vegyük először egy be- és kifolyással ellátott tökéletesen keverő tartály esetét, melyben V térfogatú anyag van. Tegyük fel, hogy mérésünk kezdetekor $t = 0$ időben Q (mc) radioizotópot tartalmazó indikátormennyiséget juttatunk a tartályba impulzusszerűen, azaz a beinjektálás időtartama elhanyagolható az anyag tartózkodási idejéhez képest. Vizsgáljuk meg a kifolyó anyag indikátor koncentrációjának változását az idő függvényében. A koncentráció időegység alatt

bekövetkezett változása a következő differenciálegyenlettel írható le

$$-\frac{dc_1}{dt} = kc_1 \qquad (1)$$

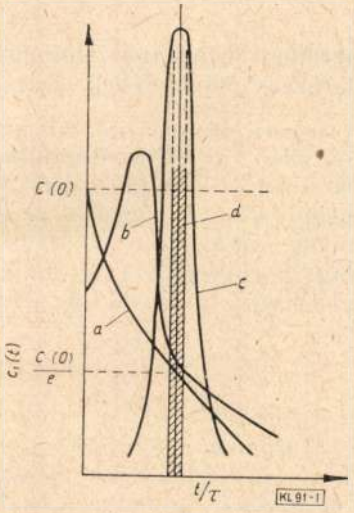
ahol, k = arányossági tényező, c_1 = a koncentráció. Megoldva kapjuk, hogy

$$c_1(t) = c(o)e^{-kt} \qquad (2)$$

ahol $c(o) = Q/V$ a kezdeti koncentráció, amely az ideális keveredés definíciójából következik; $k = v/V$ az anyag fajlagos betáplálási sebessége, v a betáplálás térfogati sebessége (pl. liter/órában) V pedig a tartályban levő anyag térfogata. k reciprokja megadja a folyadékrészecskék átlagos elméleti tartózkodási idejét

$$\tau = \frac{1}{k} \qquad (3)$$

A kiömlő anyag koncentrációja tehát tökéletes keveredéskor $c(o)$ koncentrációról exponenciálisan csökken.



1. ábra. Az első tartályból eltávozó anyag indikátorkoncentrációjának változása
a = tökéletes-, b = részleges-, c = longitudinális keveredések, d = dugattyúszerű áramlás

Az *1. ábrán* különböző keveredések során láthatjuk a kifolyó anyag koncentrációjának változását [1]. A vízszintes tengelyen az elméleti átlagos áthaladási idővel osztott idők vannak feltüntetve, a függőleges tengelyen pedig az indikátor koncentráció önkényes egységben. Az a görbe a tökéletes keveredés esetét mutatja. A b görbe már nem mutat tökéletes, hanem csak részleges keveredést. A beömlő anyag egy része ugyanis a tartályban mintegy fogva marad, míg egy másik része szűk szifonon távozik. A c görbével már közeledünk a dugattyúszerű áramláshoz, azonban még egy kis longitudinális keveredés van, míg d görbe az idealizált dugattyúszerű áramlást mutatja. A probléma természetéből adódik, hogy tartályokban a, b esetleg c esetek fordulhatnak elő, míg csővezetékekben a c, illetve d esetek.

Az (1) differenciálegyenlethez hasonlóan felírhatjuk a koncentráció változást két tartályra is

$$\frac{dc_2}{dt} = kc_1 - k'c_2 \qquad (4)$$

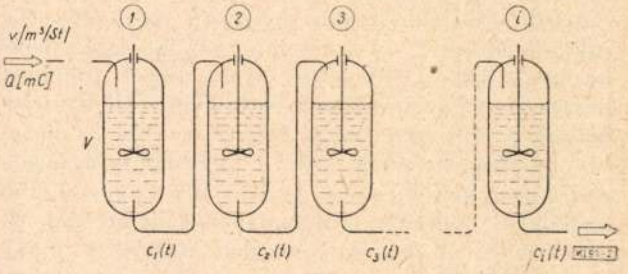
ahol dc_2/dt a második tartályból kiömlő anyag időegységre eső indikátorkoncentráció változása. Ha a tartályok egyenletesen működnek, azaz $k = k'$, akkor

$$\frac{dc_2}{dt} = k[c(o)e^{-kt} - c_2] \qquad (5)$$

az egyenletet megoldva kapjuk, hogy

$$c_2(t) = kc(o)te^{-kt} \qquad (6)$$

A differenciálegyenleteket felírhatjuk három, sőt több egymás után kapcsolt egyenletesen működő tartályra is, de az egyre bonyolultabbá váló megoldásokat elkerülhetjük, ha az anyag bizonyos térfogatelemének a tartályokból való kikerülését valószínűségszámítással vizsgáljuk [2]. Egyenként V térfogatú sorbakapcsolt rendszerben



2. ábra. Sorbakapcsolt tartálysor vázlata

(2. ábra) a kiömlő anyag koncentrációjának változása az i-edik tartály után az idő függvényében

$$c_i(t) = \frac{c(o)}{(i-1)}k^{i-1}t^{i-1}e^{-kt} \qquad (7)$$

ha $i = 1$ akkor a (2) egyenletet, ha $i = 2$, akkor pedig a (6) egyenletet kapjuk. Az i-edik tartály után kilépő anyag koncentrációjának felső határát (7) egyenlet differenciálásával nyerjük

$$c_{i\max} = c(o)\frac{(i-1)^{i-1}}{(i-1)!}e^{-(i-1)} \qquad (8)$$

Ezt a képletet egyszerűbb alakra hozhatjuk, ha a faktoriálist a Stirling-formulával közelítjük és csupán az első tagot vesszük figyelembe, be helyettesítve a $c(o) = Q/V$ értéket, kapjuk

$$c_{i\max} = \frac{Q/V}{\sqrt{2\pi(i-1)}}, \text{ ha } i > 1, \qquad (9)$$

azaz az indikátorhullám amplitúdója fordítva arányos a tartályok számának négyzetgyökével.

Ha a vizsgált rendszerben jó a keveredés és a rendszer zártsága az i-edik tag után megszűnik, azaz a vizsgált anyag valamilyen közvetlen kapcsolatba kerülhet a kezelőszemélyzettel, így az inkorporáció, vagy a környezet elszennyeződése bekövetkezhet és ha $g_{\max}$-mal jelöljük a felhasznált indikátor ivóvízben megengedett maximális koncentrációját, akkor az egyszerre felhasználható izotóp mennyiségét a $c_{\max} = g_{\max}$ helyettesítéssel kiszámíthatjuk

$$Q_{\max} = g_{\max} V\sqrt{2\pi(i-1)} \qquad (10)$$

Az ismertetett számítás mint már említettük tökéletes vagy közel tökéletes keveredésre vonat-

kozik. A gyakorlatban ilyen eset csak igen ritkán fordul elő, ezért meg kell határoznunk az eltérés mértékét a tényleges és a tökéletes keveredés között. Ez egyedül kísérleti úton történhet, melyre kiválaszthatjuk a legelső tartályt — ha a sorbakapcsolt berendezések keverési viszonyai azonosak — ellenkező esetben pedig azt, melyben a keveredés feltehetően a legrosszabb.

Kis aktivitású indikátorral előkísérletet végzünk, melynek aktivitása

$$Q' \sim 0{,}5V \cdot g_{\max} \tag{11}$$

ahol V a tartályban levő anyag térfogata, $g_{\max}$ a felhasznált izotóp ivóvízre megengedett maximális koncentrációja. Mérjük a vizsgált tartályból eltávozó anyag indikátorkoncentrációját, amely mérhető periódikusan vett minták alapján, vagy a csővezetékre szerelt folyamatosan mérő detektorokkal. Ha az *1.* ábra *a* vonalához hasonló görbét kapunk, akkor tökéletes, vagy közel tökéletes keveredéssel van dolgunk és közvetlenül használhatjuk a (10) egyenletet. Ha az 1. ábra *b*, illetve *c* vonalához hasonló, azaz a keveredés részleges, akkor meg kell becsülnünk a tartály azon redukált térfogatát, melyben a keveredést tökéletesnek tekinthetjük. A kapott eloszlási függvény maximumához tartozó beütésszámot ($c_{1\,\max}$) a mérőberendezés hitelesítésével át kell számolnunk koncentráció (μc/ml) egységre. Ez mintavételes méréskor legegyszerűbben úgy végezhető, hogy a mérőedénybe (lásd. pl. [3] és [4]) a felhasznált indikátor hígításával kapott, ismert aktivitású izotópot keverünk ; csőre szerelt detektorok használatakor [5] a szóban forgó csővel azonos méretű, megfelelő hosszúságú, egyik végén zárt fenekű függőleges helyzetű csövet töltünk meg ismert indikátorkoncentrációjú anyaggal, majd a detektort rácsatolva meghatározzuk a beütésszámot.

Képezzük a

$$\frac{Q/V}{c_{1\max}} = \eta \tag{12}$$

hányadost, mely megmutatja, hogy a tartály térfogatának hányad-részében tökéletes (tartálytérfogat kihasználási százalék [6]) keveredés. Az előkísérletet követő főkísérletben tehát

$$Q_{\max} = g_{\max} V \eta \sqrt{2\pi(i-1)} \tag{13}$$

indikátort használhatunk, s így az i-edik tag után kiömlő anyag radioizotóp koncentrációja mindenkor a megengedett lesz, vagy alatta marad.

Tájékoztatásul közöljük, hogy méréseink alapján, keverő nélküli, gőz bevezetésével kevert tartályokban $\eta = 0{,}6$—$0{,}7$; lapátos keverőkkel ellátott tartályokban $\eta = 0{,}8$—$0{,}85$; ha a fajlagos betáplálási sebesség $k = 2{,}0 h^{-1}$ [6], [7].

Az eddigi számításainkban hallgatólagosan feltételeztük, hogy az izotóp felezési ideje nagy a rendszeren való teljes áthaladási idejéhez képest, azaz közben számottevő lebomlás nem következik be. Rövid felezési idejű izotópok használatakor a megengedhető indikátormennyiség

$$Q'_m = Q_{\max} \cdot e^{\lambda t'} \tag{14}$$

ahol λ az izotóp bomlási állandója, $Q_{\max}$ az előzőkben (13) kiszámított maximálisan megengedhető indikátormennyiség, t_i az anyagnak a tartályokon való áthaladásához szükséges időtartam. Minthogy ezt az adatot majd a sorrendben a második, azaz a főkísérletünk fogja szolgáltatni, csak becsülni tudjuk. A (12) képlet alapján

$$\eta = \frac{Q/V}{c_{1\max}} = \frac{V_{\text{eff}}}{V} = \frac{\tau_{\text{eff}}}{\tau} \tag{15}$$

ahol V_{eff} a tartály effektív térfogatát, s így τ_{eff} a tényleges áthaladási időt jelenti egy tartályban ; az anyagnak az i tagból álló tartálysoron való áthaladásához szükséges időtartam

$$t_i = i\eta\tau \tag{16}$$

a megengedhető legnagyobb indikátormennyiség tehát most már figyelembe véve az izotóp lebomlását is

$$Q'_{\max} = Q_{\max} \cdot e^{\lambda i \eta \frac{V}{v}} \tag{17}$$

A megengedhető legnagyobb izotópmennyiség meghatározása csővezetékek vizsgálatakor

Dugattyúszerű áramlás inkább csak csővezetékekben jön létre turbulens áramláskor. Tegyük fel, hogy az izotóp betáplálásától számított l hosszúság megtétele után kerülhet az indikátorral elkevert anyag valamilyen kölcsönhatásba az emberrel, vagy környezetével. Az indikátorhullám viselkedése leírható a diffúziós egyenlettel

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \tag{18}$$

ahol D a keveredési állandó, c az indikátor koncentrációja, x az atomok egyenirányú elmozdulása, t az idő. A keveredési állandó kb. 10^9-szer nagyobb a diffúziós állandónál, mivel az atomok elmozdulása itt nem a molekuláris szabad úthossz tartományában játszódik le. Feltételezve, hogy a Q izotópmennyiséget tartalmazó indikátor betáplálásának időtartama Δt közel 0-nak vehető, az egyenlet integrált alakjából meghatározható a csővezeték x pontjában az indikátor koncentrációjának változása

$$c(t) = \frac{Q/F}{\sqrt{4\pi Dt}} \cdot e^{-\frac{(x-vt)^2}{4Dt}} \tag{19}$$

ahol F a cső keresztmetszete, v az anyag lineáris áramlási sebessége (pl. méter/órában), t a betáplálás pillanatától eltelt idő. A maximális koncentráció az l hosszúságú csővezeték végén

$$c_{\max} = \frac{Q/F}{\sqrt{4\pi Dl/v}} \tag{20}$$

A keveredési állandó méréseink szerint a 10^5—10^6-ig terjedő Reynolds-szám tartományban (R_e) a következő egyenlettel írható le [8]

$$D = 6{,}4 \cdot 10^{-4} R_e + 245 \quad (\text{cm}^2/\text{sec}^{-1}) \tag{21}$$

Számításunk több elhanyagolást tartalmaz, ezért a maximálisan felhasználható izotópmennyi-

séget itt is célszerű előbb kis aktivitású kísérlettel eldönteni. A rendszerbe

$$Q' \sim 0{,}1 F g_{\max} \sqrt{4\pi D l / v} \qquad (22)$$

mennyiségű indikátort táplálunk be és a csővezetéken a betáplálástól számított nem nagy távolságban (l_1) meghatározzuk az aktivitáshullám amplitúdóját, majd a már ismertetett módon átszámítjuk koncentráció (μc/ml) egységbe (c_1). Egy és ugyanazon keresztmetszet, valamint állandó áramlási jellemzőjű csővezetékben az indikátor legnagyobb koncentrációja a (20) képlet alapján a megtett út négyzetgyökével fordítva arányos, azaz

$$\frac{c_1}{c'} = \sqrt{\frac{l}{l_1}} \qquad (23)$$

Így meghatározhatjuk, hogy mennyire csökkenne le ennek az indikátorhullámnak a legnagyobb koncentrációja az l hosszúságú csővezeték végén (c'). A főkísérletünkben maximálisan felhasználható indikátormennyiség tehát

$$Q = Q' \frac{g_{\max}}{c'} \qquad (24)$$

Ez a koncentráció általában igen kicsiny. A detektálás szempontjából a helyzet még rosszabb, ha aránylag rövid csődarabon akarunk áramlási sebességet, vagy keveredési állandót mérni, ugyanis ekkor a helymeghatározás pontosságának növelése érdekében a detektort kollimátorba kell helyeznünk [8]. Ezért célszerű — ha az lehetséges — a csővezetékből kikerülő anyagot több keverő (homogenizáló) tartályba irányítani. Ilyen esetben a mérési probléma visszavezethető a tartályok esetére, mikor a nagyobb érzékenységet biztosító (13), illetve (17) egyenletek alkalmazhatók.

Az ismertetett számítási módszerek hozzásegíthetnek bennünket ahhoz, hogy az ipari nyomjelzős kísérletek során minden esetben a valóban legnagyobb megengedhető indikátormennyiséget használjuk, így nem kell tartanunk sem a radioaktív anyagok inkorporációjától, sem a termék elszennyeződésétől.

Megjegyezzük azonban, hogy sok esetben a fenti képletekkel számított megengedhető indikátormennyiség kicsiny, ami mérési nehézségeket okoz. Ilyenkor a felhasználónak meg kell találnia megfelelő érzékenységű detektálás módját, vagy olyan izotópot kell használnia, melynek nagyobb az ivóvízben megengedett legnagyobb koncentrációja.

IRODALOM

[1] *Dankwerts P. V.:* Ind. Chem. *30*, 102 (1954).
[2] *Rényi A.:* Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Inézetének Közleményei *IV*, 155 (1959).
[3] *Bujdosó E.—Imre A.:* Kohászati Lapok *95*, 81 (1962).
[4] *Bujdosó E.—Miskei M.:* A Fémipari Kutató Intézet Közleményei VII. (megjelenés alatt).
[5] *Bujdosó E.—Imre A.—Tóth L.:* Kohászati Lapok *94*, 66 (1961).
[6] *Bujdosó E.—Imre A.—Tóth L.:* A Fémipari Kutató Intézet Közleményei *IV*, 65 (1960).
[7] *Bujdosó E.—Imre A.—Tóth L.:* A Fémipari Kutató Intézet Közleményei *V*, 99 (1961).
[8] *Bujdosó E.—Medvegyev V.—Miskei M.:* Kohászati Lapok 96. 566. o. (1963).

Műszaki gazdasági hírek

A **lengyel** *kohászat* fejlődése 1980-ig

1962-ben Lengyelország 7,7 millió tonna acélt, 5,0 millió tonna nyersvasat, 5,2 millió tonna hengerelt árut termelt. 1980-ban a várható termelés 24 millió tonna acél, 13,6 millió tonna nyersvas és 17 millió tonna hengerelt áru.

Valamennyi 700 m³-nél kisebb nagyolvasztót, 140 tonnásnál kisebb martinkemencét és az évi 40 000 t-nál kisebb kapacitású hengersort megszüntetik vagy korszerűsítik. A nagyolvasztók hasznos térfogatának kihasználása, amely 1962-ben 1,055 m³ [t] nap volt, 1980-ig 0,580 m³ [t] nap mennyiségre növekszik.

Szovjet dokumentáció szerint 1000—3300 m³ térfogatú nagyolvasztókat építenek; ezek 100% önjáró zsugorítmánnyal, 1100 C° hőmérsékletű széllel, oxigénnel és földgázzal fognak dolgozni. A ribnicei szénmedencében 26 nagy szénbányát nyitnak kohókoksz gyártásához.

1962-ben a martinacél az összes acél 92%-a volt, 1980-ban az arányok a következők lesznek: 41% bázisos LD-acél, 46% martinacél (ebből 20% nemesacél), 13% bázisos elektroacél. Az LD-acélművek a Krakkó melletti Lenin kohóban és a Bierut kohászati művekben Czestochowában fognak dolgozni, Egész Felső-Sziléziát nagy központi oxigéngyár fogja ellátni oxigénnel.

Azzal számolnak, hogy az oxigén használata folytán a martinkemencék fajlagos termelése 30%-kal, az ívkemencéké 8%-kal, a nyersvasgyártás 5—8%-kal megnövekszik.

Az St 52 szerkezeti acél termelését évi 300 000 t-ra növelik.

Megszüntetnek 54 hengersort, amelyek termelése egyenként kisebb 40 000 tonnánál, 47 hengersort újjáépítenek á 380 000 t feletti kapacitásra. A hengerművek kapacitása 10 millió tonnára növekszik.

A krakkói Lenin Kohászati üzem 9 millió tonna acélt, a Bierut kohászati üzem 5 millió t acélt fog gyártani.

A hengerelt gyártmányok választéka erősen megváltozik: a szélesszalag termelése 56%-kal, a rúd- és huzalgyártás előfeszített beton számára a hatszorosára, a hidegen hengerelt gyártmányok mennyisége 10-szeresére növekszik a jelenlegihez viszonyítva. Durva idomokból, tartókból és sínekből egyre kevesebbet

hengerelnek: csupán 3%-ot a jelenlegi 18%-hoz viszonyítva. 1980-ban a csőtermelés 2,2 millió t lesz és 90 000 t borított lemezt gyártanak a vegyipar számára.

Minden vasműben bevezetik a négynapos műszakváltást, 3×8 munkaóra + 3×16 óra pihenő, 0 munkaóra + 24 óra pihenő rendszerrel.

Hutnik—Praha, 1963. 5. sz. 248. o.

Cs. M.

*

Tatikava Josio **japán szerző** egyes kapitalista országok fémfogyasztása (vaskohászati) és általános *gazdasági fejlődés* közötti összefüggést vizsgálta.

A gazdasági színvonalat a nemzeti jövedelem, energiafogyasztás, fémfogyasztás, textilárufogyasztás, export, 1 főre jutó arany- és külföldi valutamennyiség stb. (összesen 14 mutató) nagyságával mérte le. Ennek alapján felállította az általános gazdasági színvonal szerinti helyezést és ezt párhuzamba állította az 1 főre eső fémfogyasztás szerinti helyezéssel.

Érdekes módon azt találta, hogy legtöbb esetben az országok fémfogyasztása és az általános gazdasági színvonal szerinti helyezése megegyezik.

Ezt szemlélteti a következő táblázat:

Ország	Általános gazdasági színvonal szerinti helyezés a kapitalista országok között	Egy főre jutó fémfogyasztás szerinti helyezés
USA	1	1
Svédország	2	2
Kanada	3	5
Nagy-Britannia	4	6
Belgium	8	8
Svájc	10	10
Hollandia	11	13
Franciaország	13	11
Japán	21	20
Olaszország	22	22
Venezuela	23	25
Délafrikai Unió	24	23

Referatnüj szbornik ekonimika promüslennoszti. 1963.№ 11. 116. old. Tekkokaj című japán folyóirat. 1963. 13. évf. 1. szám 84—85. old. kivonata

Dolgos László

Helytelen — **helyes**

A *járműépítés vonalán* jelenleg kisérletek folynak, — A **járműépítésben** jelenleg kisérletek folynak.

A *hegesztéskor* a nem kellő gondosságú munka oxidzárványokat *eredményezhet*. — A **hegesztéskor** a nem kellő gondosságú munka oxidzárványokat **okozhat**. (Az időhatározó-ragos névszó helyett helyhatározó-ragos névszó használata németes. Helytelen ezenkívül az első mondatban az is, hogy a gondatlan munkából fakadó okozatot — mégpedig rossz kövekezményt szülő okot — eredményt adónak tünteti fel.)

A duzzasztások a rendelkezésre álló excenterprésen *történtek*. — A duzzasztásokat a rendelkezésre álló körhagyósajtón **végeztük**.

A különböző üvegfajták keverése is *szükséges volt*. — A különböző üvegfajtákat keverni is **kellett**.

Kisebb *alakváltozásnál* újrakristályosodást lehetett észlelni *annak dacára*, hogy ezen a szakaszon a próbatest feszültsége növekszik. — Kisebb alakváltozáskor újrakristályosodás volt észlelhető, **noha** ezen a szakaszon a próbatest feszültsége növekszik. (Az időhatározó helyett helyhatározórag németes, de germanizmus az annak dacára is [trotz dem], ezért kerülni kell.)

A termelés mennyiségi *emelésének* feltételei a következők. — A termelés **növelésének** feltételei a következők. (A termelés emelése természetesen mennyiségben jelentkezik, ezért felesleges a mondatban a mennyiségi szó).

A *technológiai* igénybevételek tartós meghibásodás *nélküli elviselése* elsősorban *méretezési kérdés*, amely *megkívánja* tervezéskor a dinamikai viszonyok figyelembe vételét s ahol szükséges a túligénybevételi csúcsok számítását. — A *munkamenet okozta* igénybevételt a berendezés csak akkor tudja meghibásodás nélkül tartósan elviselni, ha a **méretezéskor** a dinamikai viszonyokat és a csúcsigénybevételt is figyelembe vették. (Az első mondatban több helytelenség és hiba található. A technológiáról már többször volt szó, miután az egy-egy ipari eljárásra vonatkozó ismeretek összességét jelenti; a jelenlegi használata is helytelen. A tartós jelző az elviselésre vonatkozik s ezért a jelzett szó elé kell tenni. Bár kétségtelen, hogy az elviselés a helyes méretezéstől is függ, mégsem helyes a méretezési kérdésre ráfogni az okot s különösen azt nem, hogy a kérdés kívánja meg valaminek a figyelembe vételét.)

Az olajmezők felkutatása és az olaj felszínre hozatala hazánkban is elsőrendű *kérdés*. — Az olajmezők felkutatása és az olaj felszínre hozatala hazánkban is elsőrendű **fontosságú feladat**. (Az utóbbi években a kérdés szó helytelen használata járványszerűen terjedt el. Nem a kérdés elsőrendű, hanem az a fontos, hogy az olaj a felszínre kerüljön, ami nem kérdés, hanem feladat.)

Hűtés közben a rudakat kb. 2 m/perc sebességgel *történő hűtőgyűrűn* toltuk át. — Hűtés közben a rudakat **a hűtőgyűrűn** kb. 2 m/perc sebességgel toltuk át. (Az első mondat teljesen érthetetlen, a történő szó elhagyása és a mondat rendezése után jól érthető. A történő egyébként felesleges töltő szó.)

A fajlagos ütőmunka *görbéje helyzetére* pedig *nagy mértékben hat a normalizálási hőmérséklet*. — A fajlagos ütőmunka görbéjének **helyzetét** pedig **a normalizálás hőmérséklete szabja meg**.

A szövetszerkezetet elsősorban a karbontartalom határozza meg és *azok a fázisátalakulások*, amelyeket az acél *a hőkezelésnél* és bizonyos mértékiga *deformációk alatt* elszenved. — A szövetszerkezetet elsősorban a karbontartalom, **másodsorban** azok a **szöv etátalakulások** határozzák meg, amelyeket az acél a **hőkezelése** és bizonyos mértékig a **képlékeny alakítása folyamán** szenved el.

Ezért a mi gyárunk sem maradhat *el* az *ipari gyártásnak* nagyobb folyáshatárú *anyagainak területén*.— Ezért a mi gyárunk sem maradhat **le** az **iparnak szükséges** nagyobb folyáshatárú **anyagok gyártásában**. (Az első mondatból nem érthető, hogy tulajdonképpen a gyárunk miben is marad el és mit akar a szövegező elérni a területre hivatkozással. A mondatból nem látszik sem az, hogy a felhasználó iparnak szüksége van a nagy folyáshatárú anyagokra, sem az, hogy ki kell az ilyen tárgyú igényt is elégítenünk.)

A felszabadulás *utáni időkben* mindinkább világossá vált *az a tény*, hogy az erősen megnövekedett *ipari* alumíniumfólia-igény kielégítésére egy új hengermű létesítése *célszerű*. — A felszabadulás **után** mindinkább világossá vált, hogy az erősen megnövekedett alumíniumfólia-igény kielégítésére egy hengermű **szükséges**. (Felesleges töltő szavak időben, az a tény, ipari, létesítése. Ezek nélkül a mondat teljesen egyértelmű.)

Először *próbáljuk definiálni ezt a gyártmányfajtát*. — Először **kíséreljük meg meghatározni, hogy mit értünk ezen a gyártmányfajtán**.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 5. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Д-р. Э. Надь: **Твердость контактов из серебра — окиси кадмия** ..... С 209
Твердость контактов зависит от содержания окиси кадмия и от дисперсности последней. Наиболее преимущественные контакты получаются путем измельчения сплава серебра с кадмием, с последующим окислением, прессованием и спеканием порошка. Описаны свойства контактов после 100 000 переключений.

Ф. Мадяри: **Некоторые актуальные вопросы квалификации алюминиевой фольги** ..... С 213
В работе описаны результаты измерительных систем и идентифицирующих процессов, разработанных на основе отечественных опытов, а также литературных данных, относящихся на алюминиевую фольгу. С помощью измерителей возможно производить квалификацию алюминиевой фольги.

Л. Комяты: **Направление перспективного развития Трубозавода г. Чепель** ..... С 218
Краткое описание истории Трубозавода г. Чепель. Повышение потребности в трубах в Венгрии влечет за собой необходимость в увеличении мощности трубозавода. В то же время, конструктивное переобразование машиностроительной промышленности и нефтяного промысла требует и повышения качества изготовимых труб. Автором описаны запроектированные совершенствования на период до 1970. г. Необходимо тесное сотрудничество со сталелитейными заводами, поставляющими основный материал для изготовления труб.

И. Пентек: **Кауперы, обеспечивающие воздушное дутье высокой температуры** ..... С 223
В Исследовательском Институте Теплотехники были произведены аэродинамические испытания в моделе каупера, изготовленного из органического стекла (плексигласа), и на основе выполненных опытов выли сделаны выводы. Описаны газовые горелки с деленным пламенем, применяемые для обеспечения высокой температуры дутья. Для защиты купола каупера сконструирован каупер с двойным круглым сводом. С целью повышения топочной поверхности, число кауперов увеличено с трех до четырех. Предлагается снабжать существующие кауперы с особой дымогарной шахтой с двойным купольным сводом.

Э. Белла: **Испытания в связи с горячей расковкой меди при средней скорости деформации** ..... С 228
Опытами расковки, проведенными при температурах 500, 700 и 900°С с помощью деформации в пределах от 10 до 60%, и с 9 различными скоростями средней степени деформации были изучены условия горячей деформации меди. Согласно проведенным испытаниям, полученные при горячей деформации конфигурации напряжения и изменения текстуры значительно отклоняются от результатов произведенной при нормальной температуре пластической деформации с последующим прокаливанием.

А. Палвельди: **Точки зрения и возможности развития отечественного производства высококачественных сталей** ..... С 233
Характерные для современного технического уровня производства высококачественных сталей оборудования, служащие для изготовления, прокатки и обработки сталей. Нынешнее положение отечественного производства высококачественных сталей и тенденции его перспективного развития. Создание нового базиса высококачественных сталей оказывается — с точек зрения как качества продуктов, так и производственных расходов — более преимущественным, чем усовершенствование и расширение существующих заводов, все равно не дающие удовлетворительное решение вопроса.

Э. Шпитко: **Совершенствование производства высокопрочных труб для нефтяного промысла** ..... С 239
Параллельно с увеличением глубины бурения нефтяных скважин повышаются также и требования в отношении высокопрочных труб для нефтяного промысла. Последние могут быть изготовлены двумя способами: исходя из легированных сталей путем нормализации и отпуска, или же из нелегированных углеродистых сталей — путем облагораживания. Современные станы для облагораживания труб. Оценка результатов недеструктивных испытаний. Тенденция совершенствования производства высокопрочных труб для нефтяного промысла на Трубозаводе г. Чепель.

Д-р. П. Надьбакаи: **Цеховые клейма металлообрабатывающих кустарных мастерств в Венгрии** ..... С 244
Развитие цехов. Кузнецкие, слесарные цехы. Цехы ружейников, иголочников, медников, оловообрабатчиков. Цехы жестянщиков.

На урнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подпнсаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных чнателей у организации: KULTURA Budapest 62, P, O, B, 149. Венгрия.

INHALT

Dr. Nagy, E.: **Härte der Silber-Kadmiumoxyd-Kontakte** ..... S 209
Die Härte der Kontakte hängt von der Menge und der Dispersität des Kadmiumoxyds ab. Die besten Kontakte erhält man mittels einer Feinmahlung und Oxydation und darauffolgendem Pressen und Sintern der Silber-Kadmium-Legierung. Eigenschaften der Kontakte nach 10 000 Schaltungen.

Magyari F.: **Einige zeitgemässe Fragen der Bewertung von Aluminiumfolien** ..... S 213
Die Resultate der für Aluminimfolien auf Grund von Literaturangaben und heimischen Erfahrungen ausgearbeiteten Messysteme und Identifizierungsverfahren werden angeführt. Mittels dieser Messresultate können die Aluminiumfolien bewertet werden.

Komjáthy L.: **Die perspektivische Entwicklung des Rohrwerkes in Csepel** ..... S 218
Geschichtlicher Überblick des Rohrwerkes. Die Zunahme des einheimischen Rohrbedarfes zwingt zur Erhöhung der Kapazität des Rohrwerkes. Die strukturelle Umwandlung der Maschinenindustrie und des Ölbergbaues begründen gleichzeitig die Steigerung der Rohrqualität. Schilderung der Entwicklung bis 1970. Die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit mit den Grundstoff liefenden Stahlwerken.

Péntek, I.: **Winderhitzer zur Erzeugung von hocherhitztem Gebläsewind** ..... S 223
Die im Feuerungstechnischen Forschungs-Institut durchgeführten Strömungsversuche an einem aus Plexiglas angefertigten Winderhitzermodell. Die aus den Versuchen ableitbaren Folgerungen. Die Brenner mit geteilter Flamme sichern die hohe Windtemperatur. Zum Schutz der Gewölbe dienen die Doppelgewölbe der Winderhitzer. Zur Steigerung der Heizfläche soll die Zahl der Winderhitzer von 3 auf 4 erhöht werden. Es wird empfohlen, die vorhandenen Winderhitzer mit Doppelgewölben und mit separatem Feuers[illegible]acht zu versehen.

Bella, E. dr.: **Warmstauchversuche mit Kupfer bei mittleren Verformungsgeschwindigkeiten** S 228
Zur Untersuchung der Warmbildsamkeit des Kupfers wurden Stauchversuche bei 500, 700 und 900° C Prüftemperatur, mit 10 bis 60 vH. Verformung und mit neun verschiedenen Verformungs-geschwindigkeiten durchgeführt. Das bei der Warmform gebung sich ergebende Spannungsbild, sowie auch das Bild der Gefügeänderung weichen entscheidend ab von den Ergebnissen einer Warmformgebung bei gewöhnlicher Temperatur und nachfolgender Ausglühung.

Pálvölgyi, Á.: **Gesichtspunkte und Möglichkeiten der Entwicklung der einheimischen Edelstahlerzeugung** ..... S 233
Die dem Weltniveau entsprechenden Stahlwerks-, Walzwerks- und Adjustage-Einrichtungen der Edelstahlerzeugung. Die Jetztlage der einheimischen Edelstahlindustrie und die Richtlinien ihrer Weiterentwicklung. Die Errichtung eines neuen Edelstahlwerkes scheint sowohl in Beziehung der Stahlqualität, wie auch die Erzeugungskosten betreffend zweckmässiger zu sein, als die Modernisierung und Erweiterung der vorhandenen Betriebe, da dies in ausreichender Weise sowieso nicht ausgeführt werden kann.

Spitkó, E.: **Entwicklung der Erzeugung von Rohren mit hoher Festigkeit für den Ölbergbau** ..... S 239
Mit der Zunahme der Tiefe von Ölbohrungen wachsen auch die an die Bohrrohre gestellten Ansprüche. Die Rohre für den Ölbergbau können entweder aus legierten Stählen mit nachträglichem Normalglühen, oder aberaus Kohlenstoffstählen mit nachträglichem Vergüten hergestellt werden. Die modernen Rohrvergütungs-Strassen. Die Auswertung der zerstörungsfreien Prüfergebnisse. Die Entwicklungs-linien der Herstellung von Rohren mit hoher Festigkeit im Rohrwerk Csepel.

Nagybákay, P. Dr.: **Die Siegel der ungarischen Eisen- und Metallbearbeiter-Zünfte** ..... S 244
Entwicklung der Zünfte. Schmiede-, Schlosser-, Waffenschmied-, Nadler-, Kupferschmied-, Zinner- und Klempner-Zünfte.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Nagy, E.: **Hardness of silver—cadmium oxide contacts** ..... P 209

The hardness of the contacts depends on the amount and dispersion of the cadmium oxide. The best contacts are obtained by fine grinding and oxidizing and subsequently pressing and sintering the silver-cadmium alloy. Properties for the contacts after 10 000 switchings.

Magyari, F.: **Some timely problems of the classification of aluminium foils** ..... P 213

A description os given of the results of measurements performed on aluminium foils with measuring systems and identification methods developed from literature data and Hungarian experiences. The measured values are suitable for classifying the aluminium foils.

Komjáthy, L.: **Future development of the Csepel Tube Works** ..... P 218

Short survey of the history of the Csepel Tube Works. Since the Hungarian demand for pipes is increasing the capacity of the Tube Works must be raised. At the same time the constructional changes in the machine industry and in oil mining necessitate a quality improvement of the pipes. Developments planned until 1970. A close cooperation is necessary with the steelworks which deliver the base material of pipe production.

Péntek, I.: **Stoves for producing hot blast** ..... P 223

Air flow experiments performed in a plexiglass stove model prepared in the Heat Technical Research Institute and conclusions drawn from these experiments. Gas burners with divided flame are used to produce a high blast temperature. A stove is described with a double dome vault incorporated for added protection of the stove dome. The number of stoves is increased from 3 to 4 to get a bigger heating surface. It is proposed to provide the existing stoves with separate double dome vaulted firing shafts.

Bella E.: **Hot gathering experiments with copper at medium deformation rates** ..... P 228

Hot forming of copper was investigated at temperatures of 500, 700 and 900 deg C with 10 to 60 per cent deformation and nine different medium deformation rate values. The stress pattern and microstructural change pattern obtained in hot forming is substantially different from the results of plastic deformation at room temperature with subsequent heat treatment.

Pálvölgyi Á.: **Aspects and possibilities of the development of Hungarian quality steel production** ..... P 233

Steelmaking, rolling and finisching equipment characteristic of the modern technical level of quality steel production. Present state and lines of development of Hungarian quality steel production. From the point of view of product quality and production costs the establishment of a new quality steel base is more advantageous than modernization and extension of the existing plants which usually cannot be solved satisfactorily.

Spitkó E.: **Development of the production of high-strength oil mining pipes** ..... P 239

The demand concerning the performance of high-strength oilmining pipes grows with the increase of the drilling depth of oil wells. The pipes can be produced from alloyed steel by normalizing and tempering or from unalloyed carbon steel by hardening and tempering. Modern pipe hardening and tempering lines. Evaluation of the results of nondestructive testing. Lines of development of the production of high-strength oilmining pipes in the Csepel tube works.

Dr. Nagybákay P.: **Seals of Hungarian iron and nonferrous metalworking guilds** ..... P 244

Development of the guilds. Blacksmiths' guilds. Locksmiths' guilds. Grinders' guilds. Needlemakers' guilds. Coppersmiths' guilds. Tinsmiths' guilds.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Hungary·

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **5. szám** 1964. május

Az ezüst-kadmiumoxid érintkezők keménységéről*

DR. NAGY ENDRE
Vasipari Kutató Intézet

DK 621.3.066.6:669.73:539.3

A villamos érintkezők a telemechanika és automatika legfontosabb és legelterjedtebb elemei közé tartoznak, elsősorban működésüktől függ a nagy értékű berendezések megbízhatósága és élettartama. A közeljövő automata gépsoraira az érintkezőanyagok tulajdonságainak szerepe még tovább növekszik, egyrészt, mert a vezérléshez egyre több kapcsolóra lesz szükség, másrészt, mert egy érintkezőpár meghibásodása nem egy, hanem több szerszámgép, esetleg egy egész gépsor leállását vonja maga után.

Az érintkezőanyagok tulajdonságainak megítélésében a keménység lényeges szerepet játszik. Egyéb kedvező tulajdonságok jelenlétében a kopásállóságot javítja, a hegedésre való hajlandóságot pedig csökkenti. Az ezüst-kadmiumoxid érintkezők keménysége a kadmiumoxid mennyiségétől, nagyobb mértékben azonban diszperzitásától függ.

Az ezüst-kadmiumoxid érintkezőket ez idő szerint kétféle eljárással készítik. Az egyik, a régebbi, hagyományosnak nevezhető porkohászati eljárás, amikor az alkotókat megfelelő finomságú por alakjában állítják elő, egymással alaposan elkeverik, a porkeveréket kívánt alakra sajtolják, majd olvadáspontjuk alatti hőmérsékleten zsugorítják. Az eljárás hibája, hogy egész sor nehéz feltétel betartását követeli meg, mert elsősorban nem az ezüst és kadmiumoxid mennyiségi összetétele a lényeges, hanem az ezüst- és kadmiumoxid porok szemcsenagysága és szemcsealakja, azok egyenletes elkeverése és sajtolás utáni elhelyezkedése. Az aránylag durva CdO-por miatt a kész érintkezőanyag a színezüstnél nem sokkal keményebb, s gyakori jelenség, hogy az oxidszemcsék sajtolás közben a sajtolás, s így leggyakrabban az áram irányára is merőlegesen, rétegesen helyezkednek el, ami mind a fajlagos ellenállás, mind az élettartam szempontjából kedvezőtlen.

Jobb eljárás az ezüst-kadmium ötvözetből öntészeti úton készített és utólag belsőleg oxidált érintkezők készítése. A belső oxidálás segítségével az ezüstben kb. egy nagyságrenddel kisebb átlagos méretű és igen egyenletes kadmiumoxid eloszlást lehet biztosítani. Ennek következtében az érintkezők fogyása kisebb, teljesen átoxidált anyag csaknem eléri az elméleti villamos vezetőképességet, keménységük a színezüst keménységének több mint kétszerese és hegedés nélkül, rendkívül üzembiztosan kapcsolnak.

Ilyen nagyszámú előnyös tulajdonság mellett a belső oxidálási módszernek hibái és hátrányai is vannak. Így pl. kb. 12%-nál nagyobb Cd-tartalmon az oxidálás alkalmával a térfogatnövekedés okozta belső feszültségek következtében repedések keletkezhetnek. Ha ennek elkerülésére csak felületileg oxidálunk, az érintkező inhomogén lesz, mert a belső mag változatlanul Ag—Cd szilárd oldat marad, s így a villamos vezetőképesség nagymértékű javulásával nem lehet számolni.

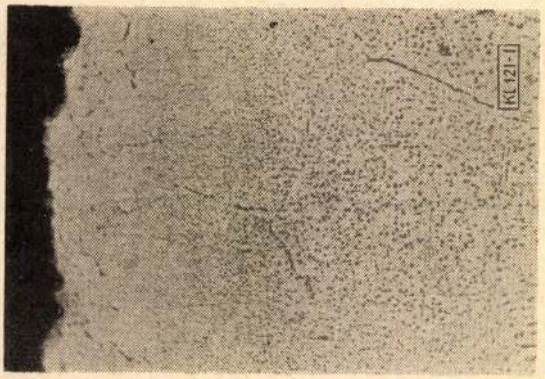
Ha pedig kis és közepes (5—12%) Cd-tartalmú ötvözetekből készült érintkezők teljes átoxidálásáról van szó, akkor igen hosszú, gyakran több száz óráig tartó hőkezelés szükséges. Így pl. megemlítjük, hogy 5 mm vastag, 8% Cd-tartalmú érintkező teljes átoxidálása levegőn 700 C°-on kb. 320 órát vesz igénybe.

Végül tekintetbe kell venni, hogy maga az oxidált réteg sem homogén. A CdO szemcsék nagysága közvetlenül a felületen a legkisebb és ennek megfelelően a keménység itt a legnagyobb. Néhány tized milliméterrel beljebb a CdO szemcsék koncentrációjuktól függően elérik 2—5 mikronos átlagos nagyságukat és a keménység 30—40%-kal csökken.

Ezt a fontos jelenséget *Spengler* említi először [1] és a többi között fordításban a következőket írja: „Ezüst-kadmium ötvözetek termikus nemesítésekor az oxidált réteg keménysége közvetlenül az ötvözet-levegő érintkezési felületén maximális . . . Az ilyen termikusan nemesített ezüst-kadmium ötvözetek jelentős felületi keménysége és nagyobb villamos vezetőképessége a csökkent hegedési hajlamossággal párosulva elősegíti ezeknek az ötvözeteknek egyre növekvő használatát".

Az *1. ábra* 15% CdO-tartalmú, 700 C°-on oxidált érintkező levegővel határos keresztmetszetét ábrázolja 430-szoros nagyításban. Láthatjuk a felvételen egyrészt, hogy a diffúzió előszeretettel a kristályhatárok mentén terjed, továbbá

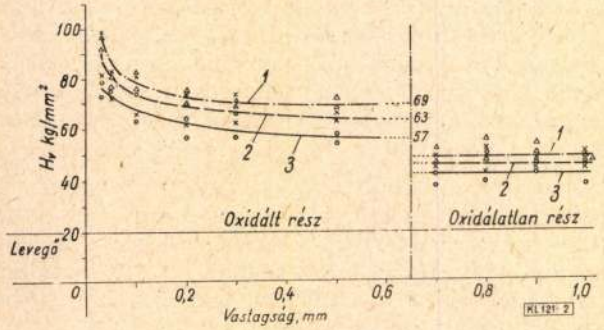
* 1963. szept. 20-án a krakkói Nemzetközi Porkohászati Kongresszuson elhangzott előadás.



1. ábra. 700 C°-on levegőn oxidált 15%-os Ag-CdO ötvözetnél az ötvözet levegő határa. Szélek felé a CdO szemcsenagysága csökken, az ötvözet keménysége nő
Nagyítás 430-szoros, eredeti 650-szeres

azt a jelenséget, hogy a szélek felé a CdO szemcsék nagysága jelentősen csökken.

Annak kivizsgálására, hogy a jelzett szemcsenagyság-csökkenés a keménységet hogyan befolyásolja 4,4, 8,8 és 13,2%-os Ag—Cd ötvözetből készített 5 mm Ø-jű, 3 mm magas hengeres érintkezőket 700 C°-on levegőn kb. 0,6 mm mélyen oxidáltunk és a mintadarabok keresztmetszetét középen magassági irányban mikrokeménységmérővel végigmértük.



2. ábra. 700 C°-on levegőn oxidált 5, 10 és 15% CdO-tartalmú érintkezők keménységének változása a felülettől való távolság függvényében
1 = 15% CdO, illetve 13,2% Cd, 2 = 10% CdO, illetve 8,8% Cd, 3 = 5% CdO illetve 4,4 Cd

A méréshez Leitz-féle Durimet készüléket használtunk 100 g terheléssel. Az érintkező felső szélétől 0,03, 0,05, 0,1, 0,2 mm távolságban, majd ettől kezdve 0,1 mm-enként mértünk. Az eredményeket a *2. ábra* tartalmazza. Látjuk ebből, hogy a felületi réteg keménysége megközelíti a Hv = 100 kg/mm²-et, majd befelé eleinte gyorsan, majd fokozatosan lassabban csökken a keménység, s ez a fajta *szélhatás* kb. 0,3 mm mélységig észlelhető. Az oxidálatlan részhez érve újból hirtelen és jelentősen csökken a keménység, mely azonban az oxidálatlan részen belül közel állandó. A keménységnek az ábrán látható inhomogenitása a termikusan nemesített érintkezők hátrányai közé tartozik.

Láttuk fentebb, hogy a porkohászati úton készített ezüst-kadmiumoxid érintkezők hátrányos tulajdonságait öntészeti eljárással és utólagos termikus nemesítéssel nagymértékben ki lehet küszöbölni. És azt lehet mondani, ha ez utóbbi eljárás vázolt hátrányait is ki akarjuk küszöbölni, úgy ismét vissza kell térni a porkohászati eljáráshoz.

A porkohászatot úgy is lehet jellemezni, hogy a nagy felületek tudománya, s láttuk az előbb, hogy a termikusan nemesített ezüst-kadmiumoxid érintkezőkre előnyös a nagy felület, mert a felületen nagy a kadmiumoxid diszperzitása, s ennélfogva nagy a keménység is. Ha tehát az öntészeti úton előállított és kívánt összetételű Ag—Cd ötvözetet porítjuk, majd poralakban oxidáljuk és az így előállított Ag—CdO porból kohászati úton érintkezőket állítunk elő, akkor ezek az érintkezők mind a porkohászati, mind a belső oxidálás útján való előállításmód előnyeit nagymértékben egyesítik.

Összefoglalva ezek az előnyök a következők :

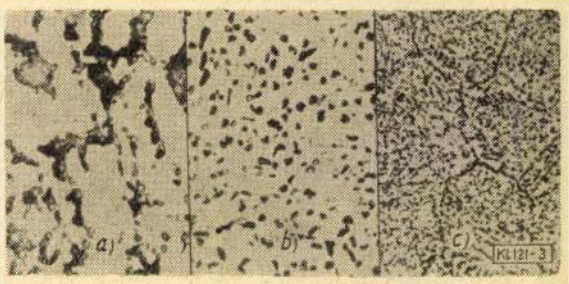
A belső oxidálás időtartama lényegesen csökken, mert a néhány tized mm-es szemcsék átoxidálási ideje sokkal rövidebb, mint a kész érintkezőké.

A belső oxidálás okozta térfogatnövekedés a kész érintkezőkben feszültségeket és repedéseket nem okoz.

Az érintkezők homogének és bennük a kadmiumoxid fázis diszperzitása, valamint keménységük nagyobb, mint a porkohászati úton, vagy termikus nemesítéssel készített érintkezőké.

Az eljárást bizonyos esetekben a szilárdsági jellemzők növelése céljából egyéb, nagy diszperzitású idegen fázist tartalmazó, porkohászati ötvözetekhez is fel lehet használni.

Hátránya az eljárásnak, hogy a porkohászati eljárás során szükségesnek látszik egy további zsugorítási és tömörítési műveletet beiktatni, de így, bár a belsőleg oxidált ötvözetpor felületi aktivitása kisebb, mégis az elméleti fajsúlyt jól megközelítő érintkezőket lehet előállítani.

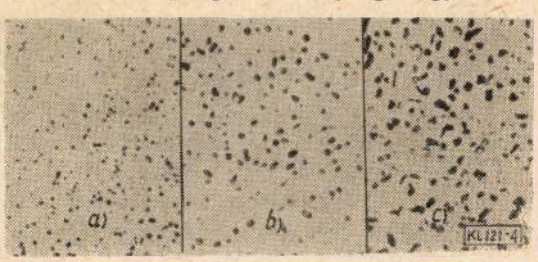


3. ábra. 15% CdO-t tartalmazó, különböző eljárással készített érintkezők szövetszerkezete
a = Ag és CdO porok keverékéből porkohászati úton, *b* = Ag—Cd ötvözetből beoxidálással, *c* = poralakban oxidált Ag—Cd ötvözetből porkohászati úton készített érintkezők
Nagyítás 1000-szeres, az eredeti 1500-szoros

Az elmondottak szemléltetésére a *3. ábrán* egymás mellett 3 mikrofelvételt mutatunk be. Mindhárom 15%-os Ag—CdO érintkező keresztmetszetét ábrázolja a felülettől kb. 0,5 mm távolságban. Az első Ag és CdO porok keverékéből porkohászati úton, a második Ag—Cd ötvözetből beoxidálással, a harmadik pedig oxidált Ag—Cd porból porkohászati úton készült. A nagyítás mértéke mindhárom képen 1000-szeres. Szembeötlő, hogy az azonos mennyiségű CdO diszperzitásának mértéke balról jobbra jelentékenyen nő.

A porkohászati érintkezőben a CdO átlagos szemcsenagysága 15 mikron, a beoxidáltban 4 mikron, a poralakban oxidáltban pedig 0,5 mikron. A megfelelő mikrokeménységek ugyanebben a sorrendben: HV = 61, 69, illetve 101 kg/mm².

Érdemes még megfigyelni, hogy az oxidálással készített különböző CdO-koncentrációjú ötvözetekben a szemcsenagyság nagyobb mértékben változik, mint a diszperzitás mértéke. Ennek következménye, hogy a kisebb koncentrációjú ötvözetek keménysége is aránylag nagy.



4. ábra. CdO eloszlása és szemcsenagysága belsőleg oxidált Ag-Cd ötvözetben
CdO-tartalom balról jobbra: 5, 10 és 15%. Nagyítás 1000-szeres, az eredeti 1500-szoros

Jól látjuk ezt a jelenséget a *4. ábrán*, amelyen belsőleg oxidált Ag—Cd ötvözetekben a CdO részecskék eloszlását és szemcsenagyságát mutatjuk be, a felülettől kb. 0,5 mm mélységben. A baloldali 5%-os ötvözet szemcséi a legkisebbek (0,2—1,5 mikron), a középső 10%-os ötvözet szemcséi valamivel nagyobbak (0,5—3 mikron) és még elég gömbölyűek, míg a jobboldali 15%-os ötvözet szemcséi a legdurvábbak (1—8 mikron) és kristályösszenövések révén elnyúltak, szögletesek. A megfelelő keménységi adatok ugyanebben a sorrendben: HV = 57, 63 és 69 kg/mm².

A könnyebb áttekintés céljából 4,4, 8,8 és 13,2% Cd-t, illetőleg az ezeknek megfelelő 5, 10 és 15% CdO-t tartalmazó ötvözetekre a tárgyalt átlagos keménységet az *1. táblázatba* foglaltuk össze:

1. táblázat

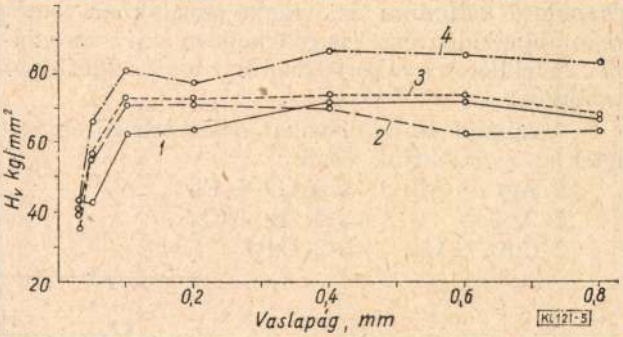
Ag-Cd, illetve Ag-CdO ötvözetek átlagos keménysége

Az ötvözet megnevezése és mérés helye	4,4% Cd / 5% CdO	8,8% Cd / 10% CdO	13,2% Cd / 15% CdO
	HV, kg/mm²		
Ag-Cd ötvözet keménysége az egész keresztmetszetben	42,8	46,3	48,0
Ag és CdO porkeverékből porkohászati úton készített ötvözet keménysége az egész keresztmetszetben	56,0	59,5	60,6
Ag-Cd ötvözetből oxidálással készített érintkezők keménysége a felülettől kb. 0,5 mm mélységben.....	57,0	63,0	68,8
Ag-Cd ötvözetből oxidálással készített érintkezők keménysége a széleken kb. 0,3 mm mélységig	66—78	70—95	75—98
Belsőleg oxidált Ag-Cd ötvözetporból porkohászati úton készített érintkezők keménysége az egész keresztmetszetben	83,8	90,8	101,0

Ezek után joggal felmerülhet a kérdés: valóban olyan sokat számít az érintkezők felületének keménysége? Nem lágyul ki a ráülő ív hőhatására egy rövid kezdőszakasz után nagymértékben?

Ennek a kérdésnek megvizsgálására a különböző százalékos összetételű Ag—CdO, valamint kiegészítésképpen a megfelelő Ag—Cd érintkezőket 100 000 túlterheléses kapcsolás után mikroszkópi és mikrokeménység-vizsgálatoknak vetettük alá.

A mikrokeménység-vizsgálatokat ugyancsak Leitz-féle Durimet készülékkel 100 g terheléssel végeztük az érintkezők működő felületétől számított 0,03, 0,05, 0,1, 0,2, 0,4, 0,6 és 0,8 mm mélységben. A 8,8% Cd-t, illetve az ennek megfelelő 10% CdO-t tartalmazó érintkezőkre vonatkozó eredményeket grafikusan az *5. ábra* szemlélteti.

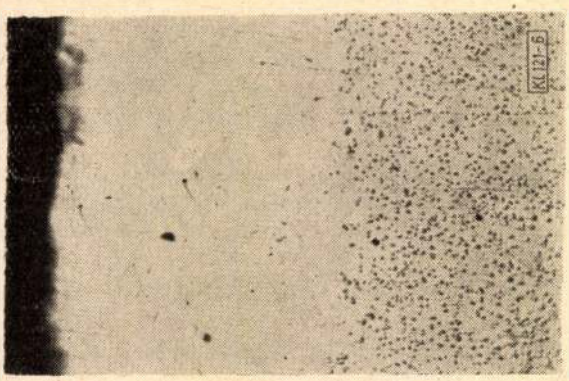


5. ábra. 8,8%-os Ag-Cd és különböző eljárással készített 10%-os Ag-CdO ötvözetben 100 000 kapcsolás után a keménység változása az érintkező felülettől való távolság függvényében
5 mm Ø-jű, cos φ = 1, rugó nyomás 1000 g, 10 000 kapcsolás után
1 = 90% Ag + 8,8% Cd kovácsolt rúdból készített, 2 = 90% Ag + + 10% Cd porkohászati úton készített, 3 = 90% Ag 10% CdO nemesítéssel készített érintkező, 4 = 90% Ag + 10% CdO poralakban oxidálva készített érintkező

Ez igazolja azt a feltevést, hogy a ráülő ív nagymértékben kilágyítja az érintkezők felületét. Ha a görbék menetét a felületig extrapoláljuk úgy azt kapjuk, hogy a görbék kb. a 28 kg/mm²-es pontban futnak össze, tehát mindegyik fajta érintkező működő felületének keménysége kb. megegyezik a kilágyított színezüst keménységével.

Ezek a felületek azonban azonos keménységen érintkező tulajdonságuk szempontjából kedvezőbben viselkednek, mint a színezüst felülete: nem hegednek és fogyásuk kisebb. A nagymértékű keménységi gradiensre jellemző, hogy a keménység 0,1 mm-en belül 28 kg/mm²-ről 60—80 kg/mm²-re szökik fel.

Az ezüst-kadmiumoxid érintkezők ezek szerint nem úgy működnek, hogy az ív hőhatására az érintkező felületén közvetlenül keletkezik a kadmiumoxid gáz, mely azután az ívet kioltja. A folyamatot sokkal inkább úgy kell elképzelnünk, hogy az ív hőhatására az érintkező felületétől számított bizonyos mélységben — esetünkben 0,1 mm mélyen — a kadmiumoxid elbomlik és mindkét alkotója oldatba kerül. Az ezüst-matrixban oldott kadmium és oxigén ilyen disszociált állapotban diffundál a felület felé, előszeretettel



6. ábra. Ag-Cd ötvözet belső oxidálásával készített 10% CdO-t tartalmazó érintkező keresztmetszete 100 000 kapcsolás után. A felületi rétegben szilárd CdO-fázist nem találunk

a legmelegebb hely, az ív talppontja irányában. A felületi gáztérben azután az eredetileg disszociált és oldott kadmium és oxigén gázalakban ismét rekombinálódik, ezzel is csökkentve az ív energiáját. A felületen gyakorlatilag már csak színezüstöt találunk.

A kémiai átalakulásokat a következő egyenletekbe foglalhatjuk össze:

$$2\ Ag^{I} + Cd^{II}O \rightarrow Ag_2O + Cd$$
$$2\ Ag_2{}^{I}O \rightarrow 4\ Ag + O_2$$
$$2\ Cd^{II} + O_2 \rightarrow 2\ CdO$$

A villamosív hatására a kadmiumoxid ötvözeten belüli bomlását és oldódását valószínűsíti a *6. ábra*, mely 10%-os a termikusan nemesített érintkező működő felületre merőleges metszetét ábrázolja 600-szoros nagyításban 100 000 kapcsolás után.

A felülettől az ötvözet belseje felé bizonyos távolságig szilárd CdO fázist nem találunk. Ez a távolság 600-szoros nagyítással 60 mm-nek adódott. Az elbomlási mélység tehát a mikrofelvételből számítva is 0,1 mm, amint azt a keménységváltozási görbék mutatták.

IRODALOM

[1] *Dr. Spengler, H.:* Kontaktwerkstoffe auf Silber-Kadmium-Basis und ihre thermische Vertgütung. Metall 10. (1956) 13/14. sz. 628—632 o.

[2] *Nagy E.:* Ezüst-kadmium és ezürt-kadmiumoxid alapú villamos érintkező anyagok előállítási kísérletei. Kohászati Lapok (1961) 12. sz. 529—539 o.

[3] *Stolarz, S.:* Spiekane styki elektryczne srebrotlenek Kadmu. Biuletyn Informácyjny Institutow Ministerstwa Hutnictwa (1954) 1. sz. 1—3. o.

[4] *Raub, E.—Plate, W.:* Einfluss der inneren Oxidation auf die technischen Eigenschaften von Silberlegierungen. Metall 10 (1956) 13/14. sz. 620—626 o.

[5] *Stolarz, S.:* Styki, elektryczne Ag-CdO otrzymywane metoda wewnetrznego utlenianis. Rudy i Metale 7 (1962) 4. sz. 171—178. o.

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya keretében működő Kovács-szakcsoport szokásos havi klubnapját március 3-án tartotta. A klubnap keretében *Bicsak Tibor* a „Rekuperátorok tervezésének és megválasztásának irányelvei" címen érdekes vetítettképes előadást tartott. A hallgatóság az előadásból megismerte azokat a szempontokat, amelyek figyelembevételével kell a szükséges számításokat elvégezni. Az előadást jól egészítette ki a bemutatott bő ábraanyag. Az előadást több értékes hozzászólás egészítette ki, majd néhány feltett kérdésre az előadó válaszolt. *Latinák István*

*

Az egyesületünk elnöksége február 26-án ülést tartott. Jelen voltak: *dr. Ember Kálmán, dr. Dobos György, dr. Gagyi Pálffy András, dr. Gyulay Zoltán, dr. Tarján Gusztáv alelnökök, Óvári Antal főtitkár, Heinrich József, Árkos Frigyes* főszerkesztők, *dr. Pilissy Lajos* szerkesztő, *Köves Elemér, Pilter Pál, Sáfár László, Tamás István* szakosztályi elnökök, *Bodai Gábor* könyvtáros, *Fekete Sándor* a számvizsgáló bizottság elnöke, *Benedek Ferenc, Gruber Imre, Vörös Árpád* szakosztályi titkárok, *Csák Tibor* titkár, *Varga Frigyes* főkönyvelő, *Nagy József, Pőcze László, Takács Elemér.*

A távollevő *dr. Lévárdi Ferenc* elnök helyett *dr. Ember Kálmán* alelnök üdvözölte a megjelenteket, megállapította a határozatképességet és felkérte *Fekete Sándort* a számvizsgáló bizottság elnökét, hogy az 1963. évről ismertesse az egyesület pénzügyi helyzetét.

Fekete Sándor ismertetése szerint a múlt év pénzügyi mérlege némi felesleggel zárult, mihez tetemes mértékben hozzájárult, hogy a bányászati és kohászati vállalatok által befizetett jogi tagdíj az előző évhez képest nagyobb volt.

Boday Gábor könyvtáros azt javasolta, hogy a raktáron levő régi évfolyamú szaklapjainkat kedvezményes áron értékesítsük.

A pénzügyi beszámolóhoz hozzászóltak *Gagyi Pálffy András, Sáfár László, Pilter Pál.*

Dr. Ember Kálmán az elnökség köszönetét tolmácsolta a számvizsgáló bizottságnak és elnökének, továbbá a lelkiismeretes munkát végzett titkársági dolgozóknak.

Ezután *Óvári Antal* előterjesztette az egyesület 1964. évi munkatervét, mely az egyesület életében először lett írásban az elnökség tagjainak elküldve. A munkaterv magában foglalta a központ és a vidéki csoportok előadásait, rendezvényeit, a tervezett belés külföldi tanulmányutakat, továbbá a szakosztályi és elnökségi ülések rendjét.

Hozzászólók voltak *Benedek Ferenc, Gagyi Pálffy András, Sáfár László, Pilter Pál, Tamásy István, Árkos Frigyes, dr. Tarján Gusztáv, dr. Dobos György, Köves Elemér, dr. Gyulay Zoltán.*

A feltett kérdésekre és a hozzászólásokra *Óvári Antal* főtitkár adta meg a felvilágosítást, mely után *dr. Ember Kálmán* a munkatervet a javasolt kiegészítésekkel elfogadottnak nyilvánította.

Ezután az elnökség különféle kisebb ügyeket tárgyalt, mely után *dr. Ember Kálmán* megköszönve a részvételt az ülést bezárta. *Á.F.*

Helytelen — **helyes**

A kondenzátum elválasztása *kis hőmérséklet intervallumban problematikus.* — A kondenzátum elválasztása **szűk hőmérsékletközben kétséges.** (A hőmérsékletről helyes, ha azt állítjuk, hogy kicsi, vagy nagy, de a hőmérsékletköz (intervallum) inkább szűk, vagy bő. A mondatban sok az idegen szó, ezek azonban részben jó magyar szavakkal helyettesíthetők.)

A következő ábrán *bedesztillálási ciklust* mutatunk be. — A következő ábrán **egy desztillálási körfolyamatot** mutatunk be.

1 g-nál nagyobb súlyú *minták esetén* a beütésszámokból meghatározzuk a *hidrát cinktartalmát.* — 1 g-nál nagyobb súlyú **hidr átmintáknak a cinktartalmát** a beütésszámokból határozzuk meg.

Az alumíniumfólia minősítésének néhány időszerű kérdése*

MAGYARY FERENC
Fémipari Kutatóintézet

DK 669.71 : 621—416.001.5

Az alumínium félkész-, valamint készárugyártás és a hozzá szorosan fűződő anyagvizsgálat taglalása előtt szükségesnek látszik a hazai alumíniumfólia-gyártást röviden áttekinteni.

Hazánkban a híradástechnikai eszközök és termékek rohamos fejlődése következményeképpen a Csepel Vas- és Fémművek — letérve az ónfóliagyártásról — az alumíniumfólia-gyártást 1935-ben indította meg. Ez az időpont egybeesik a hazai alumíniumkohászat megindulásának évével. Így az ipar ilyen irányú igényeit akkor már hazai gyártómű tudta kielégíteni.

A felszabadulás utáni időkben azonban mindinkább világossá vált, hogy az erősen megnövekedett alumíniumfólia-igény kielégítésére új hengermű létesítése célszerű. Ezért 1955-ben a Kőbányai Könnyűfémmű telephelyének bővítése után új, korszerű fóliahengerművet építettünk, ahol 1957-től kezdve folyik a termelés. A jelenleg is fejlesztés alatt álló hengermű új hengersorának telepítése 1963. I. félévében befejeződött és így a gyártómű a felhasználóipar igényeit fokozatosan ki tudja elégíteni. A rendelkezésre álló adatok szerint a fóliagyártás szükségszerűségét bizonyítja a távlati tervek irányszámainak alakulása. Ezek szerint a Kőbányai Könnyűfémmű termelése 800·0,009 mm névleges fóliaméretben 1965-ig folyamatosan 1200 t/évre fut fel, 1970-ig a tervezett további beruházások után a termelt mennyiség 2000 t/évre nő, végezetül 1980-ig bezárólag — a végrehajtandó beruházások után — a termelt mennyiség 4000 t/év-nyit fog elérni [1].

E rövid áttekintés alapján is látható, hogy az alumíniumfólia ipari felhasználás szempontjából milyen fontos termék.

Az alumíniumfólia ama gyártmányok sorába tartozik, amelyeket az ipar és a kereskedelem ugyan használ, de az elterjedésük nem kielégítő, mert az anyag tulajdonságai adta lehetőségek még koránt sincsenek kihasználva. Ez onnan ered, hogy bár a fólia a hivatalos terméklistán szerepel, de tulajdonságai nincsenek ott megjelölve. Ezzel magyarázható, hogy az alumíniumfólia tulajdonságaiban nem túlzottan ismert gyártmány. Először próbáljuk egyáltalán meghatározni, hogy mit értünk e termékfajta alatt : az alumíniumfólia fogalma alá tartozik a 0,1 mm-nél vékonyabb, feltekercselt szalag, valamint a különféle méretűre feldarabolt tábla alakú, hengerelt félgyártmány. Anyaga legtöbbször Al 99,5%-os kohófém. Az alumíniumfólia fogalmi meghatározására a vastagság szempontjából még ma sincsen mindenütt elfogadott, egységes nézet. Ezt támasztja alá az *1. táblázat* [2], mely azt tünteti fel, hogy az egyes országokban milyen legnagyobb vastagsági méret alatt tekintik a félkészgyártmányt fóliának.

1. táblázat

Alumíniumfólia félgyártmányok legnagyobb vastagságának szabványos mérete mm-ben

Szovjetunió (GOSZT 618—50 ; 745—41)	0,2
Franciaország	0,2
Nagy-Britannia(BS 1683—950 ; 2758—956)	0,15
USA	0,15
Csehszlovákia (CSN 42—7323 ; 42—7324)	0,099
Olaszország	0,05
Svédország	0,04
Nyugat-Németország	0,02

Mint látható, az alumíniumfóliát termelő főbb országok sem egységes elvek szerint állapítják meg a termékek vastagsági méreteit. A Szovjetunió (GOSZT) szabványa szerint a felső vastagsági határ 0,2 mm, míg az NSZK (DIN) szabványa szerint a fólia felső vastagsági határa 0,02 mm. A hazai alumíniumfólia termelés állandó fejlesztése érdekében a felhasználók szempontjai szerint, valamint a tulajdonságok jobb megismerése végett igen hasznosnak látszik hazánk részére országos szabványokat kidolgozni. Erre azért lenne szükség, hogy a felhasználó a saját kívánalmainak megfelelő minőségű anyagot tudja megvásárolni. Ezektől függetlenül a világ számos kutatóintézete foglalkozott és jelenleg is foglalkozik az alumíniumfólia minősítésével. Számtalan eljárás és elv látott napvilágot igen sok szaklapban, de ezek nincsenek rendszerezve és érvényesen elfogadva. Ez azért van így, mert az alumíniumfólia használati tere igen tág, feladatköre és felhasználhatósága igen sokféle lehet, emiatt minősítésében igen sokfajta vizsgálat látszik célszerűnek. Ezért jelenleg azt a módszert tartjuk irányadónak, amely alapján a legfontosabb használati célok figyelembevételével csoportosított vizsgálati és azonosító módszereket ismertetjük.

Az alumíniumfólia az alábbi alakban, illetve kikészítési módozatok szerint kerül forgalomba :

Kikészítés	Megjelenési alak	Méret
Kemény sima fehér Lágy sima fehér	tábla	~10 mm—800 mm szélességig
Mintázott fehér Impregnált Festett Kasírozott Különleges bevonattal ellátott	Szalag	A gyártott tekercs szélesség függvényében

A megadott alapmódozatokon belül a lehetséges összes variációk forgalomba kerülnek. Természetesen a tulajdonságvizsgálatok mindig figyelembe veszik a kikészítés módját és a felhasználási kívánalomhoz igazodnak.

A felhasználás 1961-ben a hazai viszonyok között a *2. táblázat* szerint oszlott meg [1].

* A II. Anyagvizsgáló és Színképelemző Vándorgyűlésen elhangzott előadás Székesfehérvárott 1963. szept. 6.

2. táblázat

Hazánk alumíniumfólia felhasználásának megoszlása %-ban fogyasztók szerint

Édességipar	40,7
Tejipar	19,5
Kupakok, záróelemek	13,1
Gyógyszeripar	4,3
Élelmiszeripar	3,3
Dohányipar	1,7
Címke és díszítőelemek	1,0
Sütőipar	—
Háztartási fólia	—
Egyéb	16,4

Általában az irodalom a mérési módszerekkel igen ritkán és akkor is szűkszavúan foglalkozik, de mérőszámok már inkább találhatók. Ezek általában a már valamilyen módon kikészített fóliákra vonatkoznak. A leggyakrabban használatos mérőszámokról *Schnell* a következő jó összefoglalást adja [3]:

Szakítószilárdság	Vízáteresztés
Repesztőnyomás	Vízgőzáteresztés
Visszarugózási szög	Fényáteresztés
Fényvisszaverődés	Zsíráteresztés
Hővisszaverődés, -elnyelés	Szag (szegfűolaj) áteresztés
Lég-, gázáteresztés	Korrózióállóság

Ezek minden, nem különlegesen kikészített fóliára vonatkoznak.

A különböző kikészítésű, festett, lakkozott, műanyagbevonattal ellátott stb. fóliák tapadásának ellenőrzésére ajánlott vizsgálat az élmenti hajlítgatás. Ezenfelül ajánlatos még a különböző felületi kikészítésű fóliák bevonatának hőérzékenységét, továbbá a felvitt rétegek sav- és szagállóságát is vizsgálni.

Az előbbiekben felsorolt vizsgálati módozatok végeredményben néhány csoportba sorolhatók:

1. A mechanikai tulajdonságok mérése. Ide tartozik a szakítószilárdság vizsgálata, valamint a 100—180 mm hosszon mért nyúlás meghatározása, a repesztés, amely a repesztőszilárdságot adja, a visszarugózási szög, amely kasírozott fóliákra a rétegelt anyag hajlítás után adódó rugalmasságáról ad felvilágosítást.

2. A különböző közegek áthatolási képességének meghatározása. Leggyakrabban a levegő-, gáz-, víz-, szag-, zsír- és olajáteresztést mérik.

3. A reflexiós és a fény elnyelési tulajdonságok mérése. Ide számít a fény- és hővisszaverés, illetve -elnyelés mérése.

4. Továbbá különböző vizsgálatok, melyeket a megrendelő kívánságának megfelelően végeznek el, pl. a siklási képesség, a savállóság mérése stb.

5. Külön helyet foglal el a felületegységre eső lyukak számának meghatározása.

Itt említem meg munkatársamnak, *Sinay Gábornak* e téren végzett munkáját, amelynek alapján sikerült reális és a valóságnak megfelelő mérőszámokat kialakítania [4].

A mérési módszerekről

A szakítóvizsgálat megegyezik a vastagabb anyagok szokásos szakítóvizsgálatával, a változás csupán annyi, hogy fokozottan lényeges a szakítógép érzékenysége. A szakítóvizsgálatkor a szakítószilárdságot, σ_B-t, valamint a hozzátartozó nyúlást, δ_{10}-et mérik. Ez vonatkozik a kemény és a lágy fóliákra egyaránt.

Jellemző adatokat mutat a *3. táblázat*, mely többszáz darabból álló kísérletsorozat eredményeit tükrözi. A vizsgálat alkalmával ajánlatos két-két párhuzamos mérést úgy végezni, hogy két mintát a hengerlési irányból, két mintát pedig az erre merőleges irányból veszünk.

3. táblázat

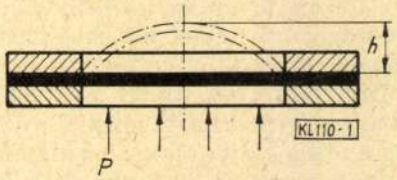
A fóliák jellemző mechanikai adatai

Méret	Kemény Al fólia		Lágy Al fólia	
mm	σ_B kg/mm²	δ_{10}, %	σ_B' kg/mm²	δ_{10}, %
0,45	14,2—17,0	4—8	7,0—8,4	30—50
0,020	18,0—19,0	1—1,6	6,7—7,2	3 —5
0,011—0,012	15,2—18,6	1	6,3—7,1	3 —5
0,009—0,010	14,5—17,6	1—1,2	5,4—6,5	2,5—4,5

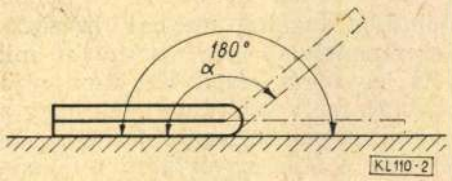
A táblázatból látható, hogy közel azonos szakítószilárdsághoz különböző nyúlás tartozik. Itt nyilvánvalóan látszik, hogy e mérőszámok a fólia jellemzésére egyedül nem elegendők.

Ezért jellemzőbb mérőszám a vastagságcsökkenés. Ugyanis a vékony fóliákon nehéz, sőt sokszor egyáltalán nem is lehetséges a nyúlást pontosan mérni. A vastagságcsökkenés tulajdonképpen az alakváltozásra jellemző tulajdonságként fogható fel, mivel a vastagságcsökkenés arra az alakváltozásra utal, melyet a fólia még szakadás nélkül kibír.

A repesztővizsgálattal a repesztőnyomást, valamint a repedési magasságot szokás meghatározni. Általában — az irodalmi közlések alapján — ez a tulajdonság pontosan csupán a vastagabb méretű fóliákon mérhető. A vastagabb fóliák alatt a 20—30 mikron feletti méreteket értjük. Ennek magyarázata abban rejlik, hogy a vékonyabb fóliákon olyan kis nyomásokat kellene mérnünk, melyek a szokásos műszerek pontosságának mérőhatárain belül eshetnek. Ezért nem javasolható vékony fóliákon ezt a mérőszámot meghatározni *(1. ábra)*.



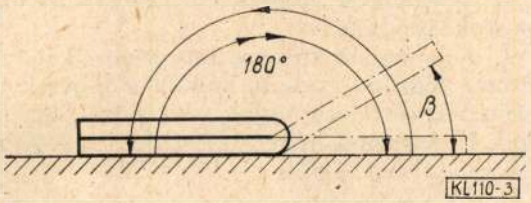
1. ábra. A repesztővizsgálat vonalas ábrázolása
P = levegőnyomás, kg/dm², *h* = repesztési magasság, mm



2. ábra. A visszarugózási szög mérése
α = a visszarugózási szög

A visszarugózási szöget általában a kasírozott fóliákon szokásos mérni. A visszarugózási szögön azt kell értenünk, hogy 180°-os hajlítást követően 1 perc után az anyag hány fokot rugózik vissza. Sima fehér fóliának — kemény és lágy állapotban — ez a mérőszáma 0° *(2. ábra)*.

Vékony fóliák pontos mérésére célszerűnek látszott az előbbiekben ismertetett mérés módosítása úgy, hogy kétszeres hajlítgatást végzünk, tehát 180°-ot oda és vissza, majd az így jelentkező felhajlást szögmérővel mérjük. Sorozatmérés elvégzése után megállapítottuk, hogy a mérési módszer pontossága 5°. A mérőszám elnevezése visszaállási szög *(3. ábra)*.



3. ábra. A visszaállási szög mérése
β = a visszaállási szög

Az elvégzett mérések alapján megállapítást nyert, hogy :

a) a visszaállási szög nem egyértelműen változik a fólia vastagságával, tehát nem csupán a vastagság függvénye,

b) nincsen olyan összefüggés amely szerint csak a hossz-, vagy a keresztirányú próbatesten mért szög abszolút értéke a nagyobb, vagy a kisebb.

E két megállapítás alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a fenti vizsgálat eredménye nem annyira a szilárdsági és deformációs mérőszámoknak a függvénye, hanem elsősorban a hengerlés vagy lágyítás után kialakult belső feszültségi állapottal van összefüggésben.

A fényvisszaverődés minősítése

A felületi fényvisszaverődést kétféleképpen vizsgálhatjuk :

a) szabadszemmel, vagy

b) műszeres méréssel a fénycsökkenés százalékos gyengülésének meghatározása útján.

Az első esetben rendszerint csak a két vagy több fólia közötti sorrendet lehet megállapítani, míg a második esetben azt mérik, hogy valamely előre meghatározott fényerőből mennyi a 100%-os reflexióhoz képest mutatkozó fénygyengülés. Még egy további út is járhatónak látszik, ugyanis a felületi fény szoros összefüggésben van a felület simaságával. Minél durvább egy adott felület, annál nagyobb a diszperzió, aminek következtében a felület fénye csökken. A felület simaságának mérésére szolgáló eszköz a *Herenguel J. R.* által ismertetett vonalrácsos összehasonlítás elvén működő műszer, amely megfelelő kiegészítéssel profilogramot is rajzol a mért felületről. Igen nagy pontosságú műszer. Ilyen műszerünk sajnos nincs, így mérést csupán az előbb említett összehasonlító módszerrel végezhettünk. Mindkét mérési módszerhez alapvető feltétel, hogy a vizsgált felület sík legyen, mert a nem sík felületek igen nagy mértékben ronthatják az elvégzett mérés pontosságát.

Különböző közegek áthatolási képességének mérése

Ezek a vizsgálatok zömmel a csomagolóipar számára döntőek. A szagálló csomagolás fontosságát nem kell külön említeni. E helyütt is hangsúlyozzuk, hogy az alumíniumfólia igen jó tulajdonságú csomagolóanyag, mert rendkívül higiénikus, ugyanis a mikroorganizmusok a lágyítás művelete alatt elpusztulnak, ugyanakkor maga a fém rendkívül rossz táptalaj a baktériumok számára. A fólia — ha szükséges — sterilizálható is. Nem mérgező tulajdonságú, igen sok esetben érintkezik közvetlenül a becsomagolt — por, folyadék, vagy félig folyékony állapotban levő — áruval. Szag- és ízmentes, ezenfelül, ha helyes a kiválasztása, teljesen megvédi a becsomagolt árut idegen szagoktól és ízektől (félkonzerv csomagolás). A fólia folyadékokat nem abszorbeál és nedves anyagokkal érintkezve nem zsugorodik, nem duzzad, egyszóval megtartja fémes tulajdonságait. Az alumíniumfólia zsír- és olajálló, valamint ezek behatására nem reagál. Az ibolyántúli sugarak az élelmiszerek nagy százalékára károsak, behatásukra azok fokozatosan elvesztik tápértéküket. Az alumíniumfólia ezt megakadályozza. Ezenfelül megakadályozza az elszíneződést, poshadást, az aromák elvesztését, oxidációt, avasodást. Kitűnő hővezetőképességénél fogva alumíniumfólia csomagolásban levő árukkal nagyon jó hatásfokkal végezhető a mélyhűtés. Az alumínium a sugárzó hőt — a csomagolástól függően — maximálisan 96%-ban visszaveri. Az alumínium ezeken kívül korrózióálló, amit a felületen levő tertmészetes oxidrétegnek köszönhet. A fólia a belecsomagolt, egyébként gyorsan romló élelmiszereket épségben tartja. Az élelmiszerek zömmel bonyolult kémiai szerkezetűek, különböző arányban oldható és oldhatatlan proteineket, keményítőket, cukrokat, szervetlen és szerves sókat, savakat tartalmaznak. A semleges, enyhén savas, vagy lúgos hatású, sómentes termékekre hideg állapotban az alumíniumfólia általában nem reagál.

Az alumíniumfólia ezek szerint alkalmas csomagolásra, csupán egyetlen követelmény van és ez a helyes anyagkiválasztás a tárolási idő és a tárolandó anyag figyelembevételével. A csomagolás módjának megállapításakor rendszerint a csomagolandó áru egyedi viszgálata után kerül sor, mert a fellépő esetleges korróziós jelenség attól függ, hogy a korróziót gátló szerek, pl. zsírok, cukrok, valamint pufferanyagok ellensúlyozzák-e a savak, sók és lúgok hatását. Erősebben korróziós hatású anyagok csomagolásakor a biztonság növelése érdekében célszerű védőréteggel ellátott alumíniumfóliát használni.

Az anyagvizsgálat e téren meglehetősen rendezetlen. Minden, e témával foglalkozó laboratóriumnak van valamilyen saját vizsgálati eljárássa a közölt módszerek meglehetősen egyedi jellegűek. E cikk keretében ezek ismertetését meg

sem kísérelhetem, főként ha figyelembe vesszük a kikészítési módozatok sokféleségét.

Ide lehet sorolni még a megrendelők számtalan célú és különféle követelményeket előíró kívánalmait.

Lyukacsosság vizsgálat

Utolsó és egyben igen fontos vizsgálati mód még a fólia lyukacsosságának vizsgálata. Ismert tény, hogy a 20 mikronnál vékonyabb fóliák kisebb-nagyobb mértékben lyukacsosak. Ez több szempontból káros, mert döntően befolyásolják a fólia szilárdságát és lehetővé teszik egyes közegek kisebb-nagyobb mértékben való áthatolását.

A lyukacsosság minősítésével kapcsolatban az irodalom minden esetben csak a felületegységre eső lyukak számának meghatározásával foglalkozik, ami természetesen nem kielégítő, mert nyilván szerepe van még a lyukak elhelyezkedésének, alakjának és méretének is.

Sinay Gábor és munkatársai által végzett mérések ezeket a kérdéseket is tisztázták és mérhető mennyiségeket vezettek le. A méréshez fénycsővel megvilágított mérőszekrényt kell használni oly módon, hogy a mérendő felület árnyékmentes és egyenletes megvilágítást kapjon. A fóliamintát erre a műszerre kell ráhelyezni és megszámolni az 1 dm^2-re eső lyukak számát. A számlálás eredményét az erre a célra alakított számrendbe kell sorolni; ugyanis ha a lyukak száma nagy és alakjuk kicsi, a számlálás nem lehet pontos.

Ez a számcsoportosítás — osztályok — a számok növekedtével bővül, az alábbiak szerint:

Lyuk/dm^2	Lyuk/dm^2
0— 5	50—100
5—10	100—200
10—20	200—300
20—50	és így tovább

A méréssel kapcsolatban két fontos feltétel van, amit teljesíteni kell:

a) A megvilágítás feltétlenül kellő erősségű legyen, mert helytelen megvilágítással nem látható az összes lyuk.

b) A lyukak teljesen rendezetlenül képződnek a fólia felületén, ezenfelül pl. a széleken több lyuk helyezkedik el, mint a tekercs közepén. Ezért fontos a mérést a tekercs teljes szélességében elvégezni, utalva a mérés helyére. Ezenfelül megnehezíti a mérés statisztikai helyességét a legyártott tekercs igen nagy felülete (1000—3000 m^2), mivel egy vizsgálat alkalmával csupán egy dm^2 kerül sorra, és ez csupán 0,00033%-a a tekercs felületének.

Kétségtelen tény viszont, hogy a fólia vitathatatlanul folyamatos gyártással készül, ami elvileg egyenletes minőséget biztosít, ez azonban nem vonatkozik a lyukacsosságra. Ezért helyes a mintavételezést és a jellemzőnek elfogadható minták minimális számát további statisztikai mérésekkel meghatározni.

A fenti követelmények vonatkoznak a duplázott fólia vizsgálatára is, mert a mérések során elenyésző százalékban fordult elő, hogy a duplázott fólián a keletkezett lyuk nem volt átmenő.

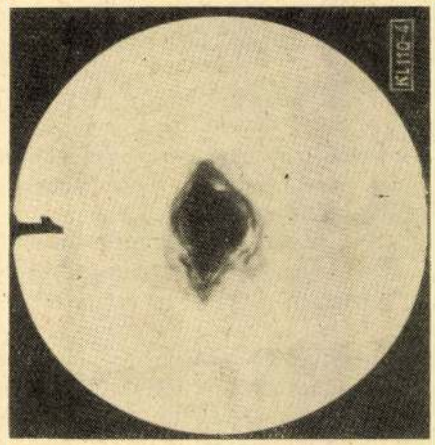
Megállapítást nyert továbbá, hogy a lyukak nem periodikusan jelentkeztek, ami viszont kiküszöbölte azt a feltevést, hogy a lyukacsosság egyik okozója az esetleges hengerhibásodás, a lyukak tehát nem a hengerek általunk megjelölt hibás pontjaitól eredtek.

A lyukak alakjának mikroszkópos vizsgálata

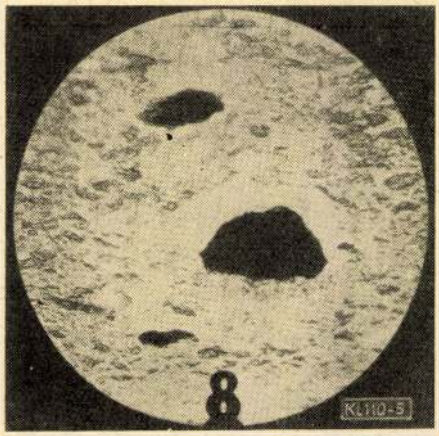
A lyukak egyszerű átvilágításkor a fényudvar miatt mind kör alakúnak látszanak. Kontúros alak, szabad szemmel csak az igen nagy lyukak átvilágításakor látszik.

A lyukak alakját fénymikroszkóppal vizsgáljuk. A vizsgálatok alapján a lyukakra az alábbi csoportok adódtak:

1. a hengerlési irányra merőleges, két szélén csúcsban végződő lyukak, amiket a teljes kerület mentén felgyűrődött anyag vesz körül. Az ilyen lyukak legnagyobb mérete általában 20—70 mikron közé esik *(4. ábra)*,



4. ábra. Fólián levő lyuktípus
Nagyítás = 200-szoros, eredeti = 300-szoros



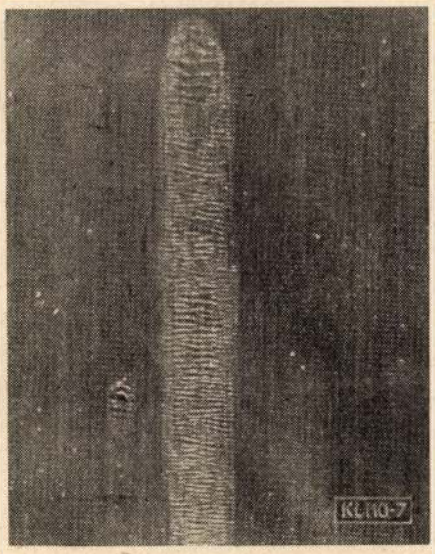
5. ábra. Fólián levő lyuktípus
Nagyítás = 200-szoros, eredeti = 300-szoros

2. a hengerlési irányra merőleges, vagy közel egyező irányú lyukak; az oldalaik simák *(5. ábra)*,

3. külön csoportot képeznek a majdnem mindig hengerlési irányban fekvő nagyméretű lyukak *(6. ábra)*,



6. ábra. Fólián levő lyuktípus
Nagyítás = 100-szoros, eredeti = 125-szörös



7. ábra. Sorozatban elhelyezkedő lyukak a fólia felületén
Nagyítás = 4-szeres, eredeti = 5-szörös

4. gyakoriak a kicsi méretű lyukakkal párosítva jelentkező lyukcsoportok, melyeknek tépett jellegük van *(7. ábra)*.

A négy lyukcsoport összeállítása teljesen szubjektív, de szemmel, kis nagyítású binokuláris mikroszkóppal és különböző nagyításokra beállított fénymikroszkóppal végzett többszöri szemlélés alapján eléggé elhatárolhatók.

Általános tapasztalat szerint megállapítást nyert, hogy a lyukak száma a vastagság növekedésével csökken. A vastagság határát 20—25 mikronban lehet megállapítani.

A lyukak minősítését, valamint a lyukak elhelyezkedését vizsgálva összefüggést kell találni a légáteresztés és a lyukak között. Megállapítottuk, hogy a nagyobb légáteresztőképességhez nagyobb tényleges lyukfelület tartozik. Ezek szerint nem fogadható el jellemzőnek csupán a lyukak száma, mert például apró, de nagyszámú lyukon kevesebb levegő halad át, mint kevesebb számú, de ténylegesen nagy felületű lyukon.

Ezért ajánlatos a lyukak vizsgálatát kiegészíteni a légáteresztőképesség mérésével, azonosított helyeken, mert ez fejezi ki a lyukacsosság tényleges minőség gyengítő hatását.

Következtetések

A gépi berendezésre és vizsgálati eszközökre — az eddigiek alapján — az alábbiak vonhatók le következtetésképpen :

a) A szakítóvizsgálatot olyan szakítógépen kell végezni, amelyen a folyáshatár a szakítódiagram segítségével mérhető.

b) A teljes nyúláson kívül célszerű mérni az elszakított próbatest vastagságcsökkenését.

c) A lyukacsosság mérésével párhuzamosan rendszeresen mérni kell a légáteresztést is. A légáteresztést nagy felület vizsgálatára alkalmas készüléken kell mérni.

d) Mérni kell a visszaállási szöget, amit a kikészített fóliák visszarugózási szöge helyettesít.

e) A felületi fény minősítésére a minta sík elhelyezkedését biztosító műszert kell használni, ugyanez érvényes a felületi érdesség mérésére is.

f) A vékony csomagolási fóliákon nem kell mérni a repesztőnyomást és a repesztési magasságot.

A kikészített fóliákra a tényleges felhasználás ismeretében a közölt vizsgálati módszerekből kidolgozható egy olyan mérési rendszer, amelynek segítségével a különleges kívánalmak is kielégíthetők.

g) Feltétlenül fontos, hogy az egyes méréseket egy arra begyakorlott azonos személy végezze, mert az igen kis méretek, valamint a megszokott mérési módszerektől erősen eltérő végrehajtás igen sok, személytől eredő hibát okozhat.

h) Az új módszerek és mérőszámok bevezetésének és reális értékelésének további elengedhetetlen feltétele a statisztikai ellenőrzésük. Ehhez természetesen a nagyszámú kísérletek miatt az ipari üzemek segítsége is fontos.

A jelen cikkben az irodalom és a hazai tapasztalatok felhasználásával igyekeztünk bemutatni azokat a minősítő eljárásokat, amelyek segítségével a hazai viszonyokra érvényes és használható alumíniumfólia minősítési rendszer kialakítható.

IRODALOM

[1] *Várhelyi R.:* Alumínium Konferencia anyaga. 1963. 45—1—45—7.

[2] *Csokán P.—Magyary F.:* Alumíniumfélgyártmányok, elsősorban alumíniumfóliák hengerléséhez használatos kenőanyagok minősítési kérdései. F. K. I. zárójelentés. 1962.

[3] *Schnell, R.:* Sonderdruck aus „Die Neue Verpackung" NV. 6 (1962) 636—650. old.

[4] *Sinay G.:* Vékony alumíniumfóliák minősítése. F. K. I. Közlemények VII. (sajtó alatt).

A Csepeli Csőgyár távlati fejlesztésének iránya*

KOMJÁTHY LÁSZLÓ

DK 622.323:621.774.002.612

A ma megnyíló Országos Acélcsőgyártó Konferenciát azért rendeztük meg, hogy a konferencia keretei között hallgatóinkat megismertessük a magyar csőgyártás előtt álló fejlesztési feladatokkal. Továbbá, hogy megbeszéljünk néhány csőfajta szigorú minőségi követelményt támasztó gyártásának bevezetésével kapcsolatos problémát és ismertessünk néhány tényleges technikai kérdést, elsősorban a nálunk használatos Mannesmann-eljárással kapcsolatban.

A magyar acélcsőgyártás jelenlegi helyzetét figyelembevéve ma még elegendő, ha a kérdéseket elsősorban a Csepel Vas- és Fémművek csőgyárának helyzetét és jövőjét figyelembevéve tárgyaljuk, mivel az országban a Csepeli Csőgyáron kívül a csőgyártás még nem számottevő, az új csőgyártó bázisok u. m. a Dunai Vasműben, illetve a KÖVACban napjainkban alakulnak ki.

Azt hiszem, érdekli hallgatóimat, ha röviden ismertetem a magyar csőgyártás történeti fejlődését.

A volt Weiss Manfréd RT-ban az első világháború után a gyár volt tőkés vezetői a nagy hadianyaggyártó üzemet nagy erőfeszítéssel béketermelésre állították át, amikor a rendelkezésre álló folyékony acél feldolgozására 1920-ban megindították az acélcsőgyártást. Ennek azonban az lehetett a politikai célja, hogy a WM gyárat, mint nagy hadianyagtermelő potenciált, teljes egészében átmentse egy új háborús konfliktus bekövetkeztére.

Ezt bizonyítja a honvédelmi miniszternek írt levél, melyben a következőket olvashatjuk :

„Amikor az összeomlás és a forradalmak után gyárunkat ismét üzembe helyeztük, acélművünkre fontos feladatok vártak. Azáltal, hogy a békecikkek gyártásához szükséges legfontosabb nyersanyagot saját magunk állítjuk elő, elértük azt, hogy acélművünk fenntartható legyen és minden pillanatban eredeti céljára rendelkezésre állhasson."

Ez az eredeti célra való rendelkezésre állás akkor természetesen a lőszergyártás újrakezdésének lehetőségét jelentette és biztosította.

A Weiss Manfréd gyár a csőgyártó berendezéseket az Állami Vasgyáraktól vásárolta meg,[1] melynek csőgyártással foglalkozó zólyombrezói gyáregysége a békeszerződés következtében Csehszlovákiához került. Ezzel a vásárlással a gyár vezetői eldöntötték a gyártási módszert és a csőgyártást Csepelen a Mannesmann-eljárással kezdték el.

A csőgyártmányokban kialakult konjuktúra már a felszabadulás előtt lehetővé tette a csőgyártás aránylag gyors fejlesztését. Így már 1922-ben üzembe állították a vásárolt hengersorhoz a második pilgerállványt, 1925-ben a csőgyártáshoz új csarnokokat építettek és korszerűsítették a meglevő kis pilgerhengersort. 1928-ban 4—8" mérethatárig dolgozó Mannesmann-rendszerű hengersort helyeztek üzembe. 1932—35-ig új korszerű nyújtószerszámok használatával kísérleteket folytattak egy Ehrhardt-rendszerű csőtolópadi berendezéssel, és 1936-ban üzembe helyezték az első magyar csőtolópadot amely 50—80 mm átmérőjű csövek gyártására volt alkalmas. Ezzel a már üzemben levő Mannesmann-eljárás mellett új eljárást honosítottak meg Csepelen. A gyártott csövek gazdaságos és tömeges méretezésére redukáló hengersort helyeztek üzembe.

Időközben természetesen új csőfogyasztók felhasználók jelentkeztek, ezek közül legjelentősebb volt az olajbányászat. Így a 30-as években megkezdődött a menetes olajbányászati csövek gyártása.

A közműves szükségletek kielégítése is szigorúbb követelményeket vetett fel, ezért 1940 ben megindult a horganyzott és jutázott csövek gyártása.

A 20-as évek végén bevezették a csövek hideg vonását, a hazai repülőgépgyártás megindulásával a II. világháború alatt a precíziós hidegenvont csőgyártást erősen fejlesztették.

A II. világháború alatt a gyár akkori vezetői tervbe vették egy 6—12"-ig dolgozó Mannesmann-rendszerű hengersor megépítését, és az eljárás további korszerűsítése érdekében egy villamos ellenállásos csőhegesztő berendezés üzembe állítását.

Ezeket a terveket azonban a háború vége előtt már nem tudták megvalósítani.

A Csepeli Csőgyár a felszabadulás időszakában tehát csak varratnélküli csöveket állított elő Mannesmann- és korszerűsített Ehrhardt-eljárás útján, a felhasználók igényeinek megfelelően igen széles választékban.

Még a felszabadulás előtti időszak történetéhez kapcsolva fontos megemlítenem, hogy ebben az időben igen rövid idő alatt — szinte csak a saját tapasztalataira támaszkodva — kialakult egy nagy szaktudású vezető- és szakmunkás gárda. Az egész időszakban csak egyetlen, a csőgyártásban jártas idegen szakértő segítette a csőgyári dolgozókat szaktudásuk megszerzésében.

A csőgyári dolgozók aktívan résztvettek a munkásmozgalomban, sztrájkok, megmozdulások alkalmával a csőgyáriak élen jártak, és a harcedzett dolgozók a felszabadulás után rögtön aktívan, nagy odaadással vettek részt a gyár újjáépítésében, a termelés növelésében, a gyár további, most már tervszerű fejlesztésében.

A felszabadulás utáni első időszakokban természetesen korszerű technikával, elsősorban a mennyiségi fejlesztést tűzték ki célul a gyorsan növekvő kereskedelmi minőségű csőigények kielégítése céljából.

* Előadásként elhangzott 1963. október 24-én az Acélcsőgyártó Konferencián.

[1] A WM és a Mávag között hosszas tárgyalás után dőlt el, hogy a Mávag abroncsra, míg a WM csőre rendezkedik be, mert erre a két cikkre nem maradt hazánkban termelő berendezés. (Szerkesztő.)

Ezért 1947-ben megépült egy villamos csőhegesztő berendezés 1/2—1″ ∅-jű csövek gyártására.

A mennyiségi és mindinkább jelentkező minőségi igények igen nagyarányú növekedése következtében a további nagyon gyors ütemű bővítés csak a már jól ismert, a magyar viszonyok között gazdaságos kereskedelmi és minőségi csövek gyártását egyaránt biztosító módszerrel volt lehetséges.

1950-ben elkészült egy 6—12″ ∅-ig hengerlő, 1952-ben pedig egy 2 1/2—4″-ig dolgozó, új csarnokokba telepített Mannesmann-rendszerű hengersor, majd 1953-ban üzembe került a második csőtolópad, méretező és redukáló hengersorokkal kiegészítve, 60—133 mm ∅-jű csövek gyártására. Az új csőhengersorok építésével egyidejűleg az igényeknek megfelelően bővítettük a csöveket feldolgozó üzemeinket is, s ezek közül legjelentősebb volt az olajbányászati csövekre menetet készítő új fúrócsőüzem.

A csőgyártás további fejlesztését az időközben bekövetkezett gazdaságpolitikai változások, majd az ellenforradalom visszavetette és 1962-ig a csőhidegvonás nagy arányú fejlesztésén kívül, illetve az új folytonos munkarend bevezetésén túlmenően más lényeges változás a gyár életében nem történt. Kialakultak viszont azok a helyes fejlesztési elgondolások, melyek megszabják a csőgyártás további műszaki fejlesztését, alkalmazkodva a felhasználók megváltozott igényeihez, az ország gazdasági adottságaihoz és az utóbbi évtizedben kialakult változásokhoz, melyek világviszonylatban bekövetkeztek a csőgyártó eljárás korszerűsítése terén.

Tekintsük át a továbbiakban, mi jellemzi általánosan világviszonylatban az utolsó két évtizedben az acélcsőgyártást.

1. A gyors mennyiségi fejlődés. 20 év alatt a világ csőtermelése háromszorosára, a Szovjetunióban ötszörösére növekedett. Jelenleg a világ nyersacél termelésének 7,5%-a kerül feldolgozásra csőgyártmánnyá. A csőtermelés részesedése az összes acéltermelésből évről évre növekszik.

2. Igen szigorú minőségi követelmények jelentkezése a csőgyártmányokkal szemben, szinte minden téren. Példaként megemlítem, hogy az olajkutak fúrásaival ma mind mélyebbre hatolnak, 8000 méteres mélységet is elérnek. Ilyen mélységben a csőfúrórudazatokra eső terhelés eléri a 200 tonnát. Az erőművek igényei is megnövekedtek. Míg 30 évvel ezelőtt a gőzkazánokban a legnagyobb nyomás általában kb. 32 at volt, ma már 160 at sem ritkaság, sőt egyes kazántípusokban 650 C° gőzhőmérséklettel elérik a 300 at-át is. Ez természetesen a túlhevítő és egyéb kazáncsövek erős hő- és mechanikai igénybevételét jelenti, a csövek korrózióállóságát, különösen pedig az acélok nagy tartós melegszilárdságát követeli meg.

Általános a törekvés a csövek normál falvastagságának csökkentésére. A DIN 2448 és DIN 2449 sz. szabvány például már új, csökkentett falvastagságokat ír elő. Ez a törekvés szintén új követelményeket támaszt a csőgyártással szemben.

3. Új, korszerű, folytatólagos eljárások mind szélesebb körben való alkalmazása. Elsősorban a hegesztett csőgyártás különféle változatainak elterjedése, részesedésének növekedése az acélcsőgyártásban, a kis és nagy átmérőjű csövekben egyaránt. A csőgyártás megoszlása például 1962-ben :

	varratnélküli %	hegesztett
Szovjetunió	53	47
USA	40	60
Japán	28	72
NSZK	62	38
CSSR	74	26
Lengyelország	65	35
Magyarország	93	7

Jellemző még a nyújtva-redukáló hengersorok használata, mely eljárás lehetővé tette a csövek átmérőjének csökkentésével egyidejűleg a falvastagság vékonyítását is. Példaként megemlítem, hogy egy 19-állványos nyújtva — redukáló hengersoron 80%-os átmérőcsökkentéssel egy időben kb. 40% falvastagság — csökkentést lehet egy szúrásban elérni.

Hagyományos felhasználási területe a nyújtva-redukálásnak a Fretz-Moon- eljárás, a folytatólagos hengerlés a villamos csőhegesztés után.

4. A hagyományos csőgyártási eljárások korszerűsítése, erős gépesítése, automatizálása az igen széles választékbővülés kielégítésére, ami az anyag minőségében, a gyártott szelvény pontosságában és alakjában, valamint felületi minőségében jelentkezik.

Így a Calmes-eljárás a csőgyártás alapműveletét, a lyukasztást hidraulikus présben végzi. Az előlyukasztott darab visszamelegítés után az allongátorba kerül, ahol Mannesmann-féle ferde hengerekhez hasonló hengerpár között tovább hengerlik vastag falméretre. Ezt követi a csövek pilgerezése. A korszerűsítés nagy előnye, hogy körszelvényű tuskó helyett négyzetes szelvényű alapanyagból lehet kiindulni, amelynek jobbak az öntési és hengerelhetőségi lehetőségei, ezért használata gazdaságilag is előnyösebb.

A tuskók hevítésére teljesen gépesített, automatizált körkemence használható, végül a csövek falegyenlősége jobban biztosítható, mint a Mannesmann-eljárással.

A Calmes-eljárás alkalmazható a csőtolópadi eljáráshoz is, itt a meglevő prés után kell az allongátort beépíteni.

5. A különleges csőgyártmányok tekintetében egyre nagyobb szerepet kap a csövek hidegalakítása. Főleg a gépgyártás és a járműgyártás előretörésével hatalmas fejlődés indult meg e téren az utolsó évtizedben. Érthető ez, mert hidegalakítással érhető el az acélok és fémek jó felületi minősége és a legszűkebb mérettűrés. A hidegalakításban ma elsősorban a nagy húzási sebességet biztosító húzópadok és a hideg-pilgerezés játszik döntő szerepet.

6. A csövek továbbfeldolgozásának nagy fokú gépesítése és automatizálása, mint például a csőegyengetés, csőleszúrás, menetvágás, a külső-

és belső felületek olajozása, csőfolyóméterezés, csőkötegelés.

7. A korrózióvédelem terjedése. A horganyozás, műanyagborítás és egyéb bevonatok igen gyorsan terjednek.

8. Új anyagvizsgálati módszerek alkalmazása. Említettem már, hogy mindinkább szigorúak a minőségi követelmények a csőgyártással szemben. Különösen a kazántechnika fejlődése, a korszerű nehézvegyipar által használatos nagyobb nyomások és hőmérsékletek egyre korszerűbb anyagvizsgálati módszereket követelnek meg a csőgyárakban. A csőgyárak a szigorú egyedi vizsgálatok rendszerét a kiinduló acélanyagoktól a kész gyártmányokig egyre általánosabbá teszik.

A korszerű acélművekben a csőblokkokat egyenként vizsgálják a lunkeresség és hólyagkoszorú megállapítása céljából. A csőgyártás során a megmunkálási, hőkezelési módszerek feljegyzett mérése-szabályozása ma már alapvető követelmény a gyártmány kifogástalanságának biztosítása céljából. A nagyfokú üzemi biztonság megköveteli a minőségi csőgyártmányok roncsolásmentes vizsgálatát. Mindinkább terjed a mágneses indukciós, vagy ultrahanggal működő vizsgálókészülékek használata a kényes csőféleségek vizsgálatára.

Az elmúlt évtizedekben világviszonylatban bekövetkezett változásokat figyelembe véve az alábbi irányzatot lehet megállapítani :

A csőgyártóipar szerepe a kohászatban növekvőben van, a tömeggyártásban feltétlenül a csőhegesztés viszi a vezető szerepet. Általános törekvés a nagyteljesítményű, egészében automatizálható nyújtva-redukáló sorok bevezetése. Világszerte nőnek a minőségi követelmények a csőgyártmányokkal szemben és az egyes hagyományos csőgyártási eljárások, pl. a Mannesmann-rendszerű eljárás, a tolópadi eljárás mindinkább átveszik a különleges kis szériában jelentkező csőgyártmányok előállításának szerepét.

Ha mindehhez hozzávesszük, hogy az alkalmazott csőgyártó eljárás az egyes gazdasági területek fejlődési ütemétől, a különleges igények alakulásától, a vizsgált területen az alapanyaggyártó-ipar fejlődésétől, a nemzetközi gazdasági együttműködés mértékétől, az egyes csőgyártási eljárásokban szerzett tapasztalatoktól és nem utolsósorban a műszaki tudományok és technika fejlődésétől függ, akkor azt a megállapítást lehet tenni, hogy az új, folytatólagos, nagytermelékenységű és gazdaságos gyártási eljárások mellett még mindig időszerű és gazdaságos a régi, hagyományos csőgyártási eljárások korszerűsített változata.

Ahhoz, hogy a magyar csőgyártás fejlesztési irányvonalának helyességét bizonyítani tudjam, szükséges hallgatóimat megismertetni a hazai csőgyártás 1962-ig kialakult gyártmánystruktúrájával. 1962-ben a Csepeli Csőgyár csőtermelésének 93%-a varratnélküli, 7%-a hegesztett cső volt.

A melegenhengerelt csövek gyártásában a kereskedelmi és minőségi csövek aránya, ill. minőségi színvonala a következőképpen alakult :

Kereskedelmi cső : 45%, minőségi cső : 55% volt, a minőségileg magasabb színvonalat jelentő csőgyártmányok aránya pedig a következő %-ban :

olajbányászati cső	15
nagyszilárdságú	0,5
II—III. fokozatu kazáncső	0,5
hidegenvont cső	5
szabványosított csökkentett falvastagságú cső	1
Korrózióvédelemben részesített csövek aránya :	
cinkezett cső	7
jutázott cső	1

A fenti számadatok azt a helyzetet mutatják, hogy csőgyártásunk a hegesztett csövek arányát tekintve messze elmarad a világszínvonaltól és a gyártásban a szigorú minőségi követelményeket kielégítő csövek aránya aránylag nem nagy.

A csepeli csőgyártás helyzete és lehetőségei az alábbi fejlesztési célok kitűzését tették szükségessé :

1. Az elkövetkező fejlesztési időszakokban növelni kell a hegesztett csövek gyártási arányát.

2. Az ország gazdasági adottságai, nyersanyaghelyzete és a gépipar szerkezeti átalakítása miatt növelni kell a varratnélküli csőgyártásban a nagy minőségi követelményeket kielégítő csövek (kazáncsövek, nagyszilárdságú olajbányászati csövek stb.) gyártását.

3. Mivel a Mannesmann-rendszerű és a tolópadi eljárásokban a csőgyár műszaki és szakmunkás személyzetének tapasztalata több évtizedes, ezen túlmenően a Csepel Vas- és Fémművek keretei között működő Tervező Iroda és Egyedi Gépgyár a Mannesmann-rendszerű és tolópadi berendezések korszerűsített változatainak tervezésében megfelelő tapasztalatokat szerzett, e szerint a melleghengersorok korszerűsítésében a Calmes-eljárás szerint végrehajtott korszerűsítést kell helyesnek tartani.

Azon mérethatárú csőhengersorban, amellyel a csövek tömeggyártását a jövőben fokozni kell — és ez a terület a középméretek területe (133—168 mm) — helyes a korszerűsített Mannesmann-féle eljárás után az inkább méretező feladatokat ellátó nyújtvaredukáló sor használata.

4. A csepeli adottságoknak megfelelően, ahol a csőkikészítő műveletek korszerűsége nem kielégítő, ezen műveletek átfogó gépesítését, automatizálását gyors ütemben végre kell hajtani.

5. Az anyagvizsgálatot korszerű roncsolásmentes vizsgálóberendezésekkel korszerűsíteni kell.

6. Általános érvényű feladat természetesen minden téren a költségek csökkentése, a csőgyártás fajlagos mutatószámainak javítása.

7. Mivel Csepel Vas- és Fémművek területi adottságai korlátot szabnak a fejlesztés mértékének, új csőgyártó bázisokat kellett kijelölni, a döntés szerint — helyesen — a nagyméretű csövek tömeggyártásának helyét Dunaújvárosban jelölték meg. Ugyanakkor a teljesen különleges jellegű sav- és hőálló hosszvarratú hegesztett csövek gyártásának fejlesztése a Kőbányai Vas- és Acélöntödében kezdődött meg. 1963 utolsó hónapjában tehát Dunaújvárosban egy spirálhegesztő gépsor üzem indul meg, majd 1964-ben egy második gépsor is felállításra kerül. Ezek a berendezések biztosítják a világszerte elterjedt és

igen gazdaságos — nagy átmérőben gyártott — spirálhegesztett csövek termelését nemcsak a hazai szükségletnek megfelelő mennyiségben, hanem exportra is.

A különleges minőségű csőgyártás problémáinak megoldását és az import csökkentését szolgálja a Kőbányai Vas- és Acélöntödében 1963. évben üzembehelyezett 2 db csőhegesztőgép, melyek 100 mm Ø-ig sav- és hőálló hosszvarratú acélcsövet gyártanak. Ezzel a szigorú minőségi követelményű csövek importját nagy mértékben csökkenteni lehetett és a már üzemben levő hegesztőberendezés kapacitása kisebb mértékű exportot is lehetővé tesz.

A csepeli, illetőleg a dunaújvárosi fejlesztési célkitűzések végrehajtása után 1970-re az alábbi gyártmány-összetétel fog kialakulni :

Csepelen az összes csőgyártmányból
varratnélküli cső 78
hegesztett cső ..... 22% lesz.

A dunaújvárosi fejlesztést is figyelembevéve országos viszonylatban
a varratnélküli cső 72,
a hegesztett cső ..... 28% lesz.

A varratnélküli csőgyártás minőségi arányai a következőképpen változnak meg :

kereskedelmi cső 35,
minőségi cső ..... 65%.

A minőségileg magasabb színvonalat jelentő gyártmányok alakulása a következő lesz :

olajbányászati cső 16,
nagyszilárdságú cső 3,
II. III. fokozatú kazáncső 3,
hidegenvont cső 6,
szabványosított csökkentett falvastagságú cső ..... 12%.

A korrózióvédelemben részesített csövek aránya :

horganyzott cső 14,
jutázott cső ..... 1%.

Amint láthatjuk a fejlesztés végrehajtása már 1970-re erős mennyiségi eltolódást jelent a hegesztett és szigorú minőségi követelményeket támasztó csövek irányában. Ez a tény már ebben az időszakban a csőimport jelentős csökkentését teszi lehetővé, valamint biztosítja a magyar gépipar szerkezeti átalakítása következtében jelentkező csőigények kielégítését és a csőexport gazdaságosabb elhelyezési lehetőségeit is.

Előadásom további részében szeretném tájékoztatni hallgatóimat a felsorolt fejlesztési célkitűzések végrehajtásának tényleges módozatairól.

Napjainkig az alábbi fejlesztési feladatokat hajtottuk végre :

1962-ben megépítettük a termelő üzemektől teljesen független csőraktárat. Ezzel termelő üzemeinket új területhez juttattuk, enyhítettük a zsúfoltságot és megteremtettük a csőkikészítés korszerű megszervezésének és gépesítésének a lehetőségét.

Ez év tavaszán új üzemcsarnokban üzembe helyeztünk egy korszerű Aetna-Innocenti-rendszerű automatizált, folytatólagosan működő csőhegesztő berendezést. Ezzel a beruházással megtettük az első lépést a hegesztett csőgyártásban való elmaradásunk csökkentésére.

Mint ahogyan már említettem, ez évben létesül a Dunai Vasműben a spirálvarratú csőhegesztő üzem nagy átmérőjű csövek gyártására. E berendezés üzembeállításával nő a hazánkban előállítható csőgyártmányok méretható határa.

A hosszvarratú hegesztett csövek gyártásának bővítésére ezután csak 1968—69-ben kerül sor, amikor a csepeli csőhegesztő berendezés mellé még egy hasonló nagyságú csőhegesztő gépsort állítunk üzembe.

Napjainkban jelentős fejlesztési munka folyik a fúrócső menetvágó üzemünkben, ahol a teljesítmény növelése és a csőmenetek minőségének megjavítása céljából két Cri-Dan- és két szovjet típusú menetvágógépet helyezünk üzembe. Ezt a munkát követni fogja a fúrócső menetvágó üzem teljes korszerűsítése.

1964-ben fogjuk megkezdeni a korrózióvédelemben részesülő csövek arányának növelése érdekében egy új, korszerű cső-cinkbevonó üzem létesítését, melynek befejezését 1966-ra tervezzük.

Az 1964—66-os időszak igen jelentős munkája lesz az 1951—1954 között üzembehelyezett csőgyári rész korszerűsítése, elsősorban a kazáncsőgyártás növelése érdekében. Ennek kapcsán biztosítjuk az üzemcsarnokok végleges kiépítését, korszerű anyagelőkészítő, hidegvonással falvastagságot csökkentő hőkezelő berendezéseket telepítünk. Az anyagelőkészítő üzem megszervezése érdekében a Hidegvonás III. nevű üzemünket újonnan épített csarnokba telepítjük át, s ezzel megkezdődik a hidegenvont csőgyártás korszerűsítése, termelésének fejlesztése.

1966—1967-ben kívánunk berendezkedni a nagyszilárdságú olajbányászati csövek gyártására.

1966—69-ben hajtjuk végre a Gyorspilgersor és a Tolópad II. korszerűsítését a Calmes-eljárás szerint.

A régi Csőgyárban levő középhengersor korszerűsítését szintén a Calmes-eljárás szerint 1968—70-ben kezdjük meg. Az e hengersorunkon termelt csövek minőségének javítása érdekében a pilgerállvány után nyújtva-redukáló sort kívánunk üzembe helyezni.

Mivel az 1970 után végrehajtásra kerülő konkrét fejlesztési feladatok ma még véglegesen nem alakultak ki, e feladatokról tájékoztatást adni ma még korai lenne. Ezért fejlesztési terveink végrehajtásának ismertetését ezzel be is fejezem.

A felsorolt fejlesztési feladatokból látható, hogy mindenben megfelelnek azoknak az elvi célkitűzéseknek, amelyek a magyar csőgyártás fejlesztésének irányvonalát megszabták. Egy ilyen előadás keretében természetesen minden részletkérdésre kitérni nem lehet. Nem térek ki a csőkikészítési műveletek korszerűsítésére, a tervszerű megelőző karbantartás magasabb színvonalra való emelésével kapcsolatos feladatokra, az e téren szükséges gépi beruházásokra, vagy a szerszámkészítés, végül a rendkívül elmaradott szállításunk korszerűsítésére. A vázolt fejlesztési időszakban

ezeknek megoldására is megfelelő anyagi fedezetet biztosítunk.

Megemlítem még, hogy komoly előrehaladást jelent majd műszaki fejlesztési vonatkozásban, hogy 1965—66-ban a Csepeli Csőgyár is áttér a földgáztüzelésre.

Természetes az, hogy az ilyen nagy fejlesztési program végrehajtása sok nehézséget, gondot jelent. Itt elsősorban nem a beruházások jóváhagyása, tervezése és kivitelezése során felmerülő nehézségekről kívánok beszélni, hanem néhány olyan alapvető probléma megoldásáról, amelyek kiküszöbölése, illetőleg megoldása nélkül a fejlesztési feladat végrehajtása nem hozza meg a kívánt eredményt, illetve szinte lehetetlenné teszi a végrehajtást.

Elsősorban a Csőgyár alapanyagellátására gondolok. Világviszonylatban az a gyakorlat alakult ki, hogy a csőgyárak hosszú időszakra szóló állandó szállítási kapcsolatot létesítenek az acélgyárakkal. Ilyen hosszú évekre szóló szállítási kapcsolatok lehetővé teszik a csőgyártók és az acélgyártók szoros együttműködését az alapanyag minőségének állandó javítása érdekében, mert csak így biztosítható az alapanyagellátás állandó minőségi színvonala.

Nálunk, sajnos, nem ez a gyakorlat és a Csepeli Acélművön kívül — amely a Csőgyárnak hosszú évtizedek óta állandó szállítója — esetenként más hazai és külföldi acélművek is szállítanak alapanyagot csőgyártás céljára. Példaként megemlítem, hogy 1962-ben tekintélyes mennyiségű szovjet alapanyagot kapott a Csőgyár a Szovjetuniótól igen kiváló minőségben. Viszont már 1963-ban ez a kapcsolat megszűnt.

Ez a gyakorlat rendkívül sok minőségi és gazdasági problémát vet fel. Elsősorban tehát az a feladat, hogy mind belföldön, mind külföldön létrehozzuk a szállító acélművekkel a hosszú évekre szóló tartós szállítási kapcsolatokat. Ebben a munkában a minisztériumunknak feltétlenül segítenie kell bennünket.

A másik problémánk, hogy csőgyártmányainknak a minőségi csőgyártmányok felé való eltolódása megköveteli, hogy a szállító acélművek lépést tartsanak e követelményekkel, megfelelő tervszerű intézkedéseket tegyenek a csőgyártás jó minőségű anyagellátása érdekében.

Másik nagy jelentős probléma a korszerű, magas műszaki színvonalat képviselő berendezések kezeléséhez, karbantartásához szükséges magasabb műszaki képzettségű szakszemélyzet biztosítása. A jelenleg folyó fejlesztési munkáink során e téren már találkozunk komoly nehézségekkel. Határozottabb lépéseket kell itt is előbbre tennünk, mert ez a probléma gátolhatja fejlesztési feladataink végrehajtását.

Egyesületi hírek

Az egyesület Vaskohászati szakosztálya által kiírt s beérkezett 1963. évi pályázatok bírálatát márc. 11-én bizottság tagjai átvizsgáltak.

A bizottság tagjai: *Claus Alajos, Csépai Dezső, Illyés János, Mester István, dr. Mika József, Nagy Zoltán, Pőcze László, Répás Pál, dr. Sajó István, dr. Visnyovszky László* a pályamunkákat abból a szempontból értékelték hogy a pályázók a feladatot gyakorlati megvalósításra alkalmas módon oldották-e meg és a megoldás jelent-e haladást az eddigiekhez képest.

A következő pályázatok nyertek elfogadást:

1. Jelige: „Kohókoksz". A pályázat új az irodalomból még nem ismert kokszvizsgálati módszert dolgozott ki a kohókokszok minőségének megállapítására. Az eljárás lényege, hogy a kokszot olyan igénybevételnek teszi ki, mint ami a nagyolvasztóban a fuvókák előtti aktív térben fellép vagyis égés közben morzsolódásnak. Az eljárás gyakorlati értékét nagyobb berendezésben, szokványos darabnagyságú kohókoksszal kell megvizsgálni. Az elgondolás teljesen új és könnyen megvalósítható.

A pályázat II. díjat nyert. Szerzője *dr. Holló Tiborné.*

2. Jelige: „Ildikó". A pályázat az acélok Ti-nal való ötvözéséhez új összetételű komplex MnTiAl-tartalmú segédötvözetet ajánl. Kidolgozta az ötvözet előállításának módszerét és több ötvözési kísérletet ismertet, melynek eredményei az eddigieknél jobb Ti-kihozatot mutatnak. A MnTiAl ötvözet üzemileg könnyen gyártható.

A pályázat I. díjat nyert. Szerzője *Horváth Dezső.*

3. Jelige: „Metallothermia". Pályázó a gyakorlatban kevéssé ismert és kipróbált, újnak minősíthető dezoxidálóanyag, a bariumszilicid használatát javasolja. Kidolgozta az ötvözet előállításának eljárását, kísérleti eredményeket közöl, nemesíthető acélok és transzformátoracél dezoxidálására.

A pályázat II. díjat nyert. Szerzői *Horváth Dezső és Ágotai Béla.*

4. Jelige: „Ezüst". A pályázó a nyersvasak ezüsttartalmának meghatározására dolgozott ki polarográfiás elemző eljárást. A nyersvas ezüsttartalmát eddig csak igen ritkán vizsgáltak, éppen ezért erre még nincs is kiforrott módszer, úgyhogy a pályázó ezen a területen újat alkotott. A kérdés azonban csak szűkkörű érdeklődésre tarthat számot, ipari jelentősége nem túl nagy.

A pályázat III. díjat kapott. Szerzője *Farkas József.*

5. Jelige: „Oxigén". A dolgozat acélok gáz- és zárványtartalmának meghatározására javasol eljárást. A megoldás lényegében megegyezik az irodalomból ismert módszerekkel és a javasolt változtatások nem teljesen megnyugtatóak. A problémát kellő részletességgel tárgyalja.

A pályázat III. díjat nyert. Szerzője *Kalmár Elemér.*

6. Jelige: „Color". A pályamű tárgya színes mikroszkópia, lényegében már régen ismert, de a szövetszerkezeteknek megfelelő kezelés után kapott eltérő színességére máig sem találtak egyértelmű magyarázatot. A pályázó nagy gonddal elkészített 22 db, nagyrészt igen szép, színes mikrofelvételt mutat be.

A pályázat III. díjat nyert. Szerzői *Tóth Géza* és *Tóth János.*

7. Jelige: „FHF 300 mm-es hengersor". Pályázó a LKM finomsori korszerűsítésének lehetőségeit dolgozta ki, gazdasági számításokkal és beruházási költségekkel együtt. A célkitűzését a termelés megkétszerezését, nemesacélokból megháromszorozódását, valamint a megoldás alapelveit helyesen állította fel. A javasolt telepítés az adott körülmények között kedvező.

A pályázat II. díjat kapott. Szerzői *Jecs Alajos, Marosvári László, Sebe Bertalan.*

1964. III. 27-én rendkívüli vezetőségi ülésen *Pilter Pál* a Vaskohászati Szakosztály elnöke a pályadíjakat kiosztotta. *Á. F.*

Nagyhőmérsékletű fúvószelet biztosító léghevítők

Dr. PÉNTEK ISTVÁN tudományos osztályvezető
KGM Tüzeléstechnikai Kutatóintézet, Miskolc

DK 669.184.13

1. Mi indokolja a nagyolvasztókba nagy fúvószélhőmérséklet befúvását?

A nagyolvasztói gyakorlat az utolsó öt évben határozottan igyekszik nagy fúvószélhőmérsékletet (1100—1200 C°) elérni. Hazánkban az 1955—58-as évekig 700—800 C°-os fúszélhőmérséklettel dolgoztak, mert az adagolt elegy és az ismert gyártási mód nem kívánt nagyobb hőmérsékletet. A fokozatos hőmérséklet emelkedés részben az ércelőkészítés nagyarányú térhódításával magyarázható, a döntő ok azonban a szénhidrogének befúvásának elterjedése.

A nyersvasgyártásban lényeges fejlődési folyamat van kibontakozóban. A hagyományos kohósítási eljárás tüzelő és redukáló anyagának, a koksznak helyettesítésére egyre több országban, így hazánkban is sikeresen fújnak be a nagyolvasztóba szénhidrogéneket. E vegyületek földgáz, illetve nyersolaj alakjában kerülnek felhasználásra.

A szénhidrogének befúvása a nagyolvasztó medencéjébe jelentősen csökkenti az égéshőmérsékletet. A szénhidrogénnel bevitt egységnyi karbon elégéséből fejlődött hőmennyiség kisebb, mint az egységnyi kokszkarbon elégéséből fejlődő, mivel a szénhidrogének elbomlása — a medence hőmérsékletén — endotermikus folyamat. Az állandó medencehőmérséklet fenntartása egy adott minőségű nyersvas gyártásakor alapvető követelmény.

A szénhidrogének befúvása következtében beálló hőmérsékletcsökkenést kétféleképpen lehet kiegyenlíteni. Az egyik lehetőség a forrószél hőmérsékletének növelése, a másik a forrószél oxigénnel való dúsítása. Az utóbbi megoldással kapcsolatban megjegyezzük, hogy hazánkban a villamosenergia ára miatt az oxigén nagyon drága. 1 Nm^3 oxigén előállítási költsége 12 000 Nm^3/ó teljesítményű oxigéngyárban is 1 forint körül van. Emiatt az oxigénnek nagyolvasztóban való használatáról beszélni időszerűtlen. Az olaj, illetve a földgáz befúvott mennyiségének növelésére egyetlen lehetőség kínálkozik: az, hogy a forrószél hőmérsékletét a jelenlegi 700—800 C°-os átlagról 1000—1200 C°-ra kell növelni. Tüzeléstechnikai Kutató Intézet által végzett kísérletekből megállapítható, hogy a fúvólevegőnek 1% földgázzal való dúsítása a fúvószél hőmérsékletének 70 C°-os, míg 1 g pakurának 1 Nm^3 fúvólevegőbe való bevitele a hőmérsékletnek 5 C°-os növelését követeli meg.

Hazai kohóműveinkben további 10%-os fajlagos kokszcsökkentés, a földgázfelhasználás növelése révén azzal érhető el — a diósgyőri viszonyokat vizsgálva —, hogy a jelenlegi 100—110 Nm^3/t nyersvas földgázfelhasználást 170—180 Nm^3-re kell növelni. Egyidejűleg a fúvószél hőmérsékletét az elegy összetételétől függően 1100—1180 C°-ig kell emelni.

2. A hőcserélésre ható tényezők vizsgálata

A) *A léghevítők áramlástani viszonyai*

A léghevítőkben kialakuló áramlási viszonyoknak döntő hatása van a hőcsere folyamatokra. Az áramlási viszonyok vizsgálata üzemben szinte lehetetlen. Több olyan fontos kérdésre keressük a választ, melyek lényegesen befolyásolják a léghevítő termikus hatásfokát, teljesítményét és tartósságát. Az általunk vizsgált kérdéscsoportok mind az üzemi szakembereket, mind a tervezőket közelről érdeklik.

a) Milyen tűzakna szelvény a legkedvezőbb: a köralakú vagy az elliptikus?

b) Milyen magasság a legelőnyösebb a kupola és a rácsozat között. Szükséges-e a rács felett egy üres hengeres teret kialakítani. Milyen a hatása a hengeres tér magasságának a füstgáz eloszlására a rácsozatban?

c) A kupola alatti térnyomás növelése milyen mértékben javítja a füstgázok eloszlását a rácsozatban?

d) A füstelszívók helyzete, valamint száma miként változtatja a füstgázok eloszlását a rácsozatban?

A problémák megoldására plexiből, 1 : 10-es kicsinyítésben a geometriai hasonlóság tartásával egy léghevítő modellt készítettünk[1]. A modellben levegővel áramlástani méréseket végeztünk, a modellezési feltételek betartásával. A kísérlet alatt egy ventillátor ±0,5 C° pontossággal temperált levegőt nyomott a modellbe. Egy másik ventillátor az elszívást végezte. A térnyomást a kupolában állítottuk be. A rácsozat csatornáiban a sebességek mérését az intézet által kifejlesztett izzószálas eljárás segítségével végeztük. A mérési módszerünk ismertetése részletesen megtalálható a Kohászati Lapok 1961. novemberi számában.

A füstgáz eloszlása a léghevítő rácsozatában kialakuló hőcsere szempontjából nagy jelentőségű.

A felsorolt változók hatását tettük vizsgálat tárgyává, miközben mértük a rácsozat egyes csatornáiban kialakuló áramlási sebességeket.

Ha a rácsozat csatornáiban kialakuló áramlási sebességek között a különbség csökken, akkor a változtatás kedvező hatású, mert az ideális eloszlást segíti elő.

Modell-kísérleteinkből a következő egyértelmű következtetés vonható le:

a) Az ovális égetőakna jobb a körszelvényűnél. Kisebb a füstgáz ütközése a kupolával és jobb az eloszlása a rácsozatban.

b) A rácsozat feletti hengeres tér növelése a füstgázok eloszlását a rácsozat csatornáiban javítja, viszont jelentősen megnő a hőveszteség, s így romlik a termikus hatásfok. A falsugárzás 5—6

[1] A modell rajza a Kohászati Lapok 1962. 1o. sz. 469. oldalán látható.

m-es magasságon a szokványos 5—7%-ról 8—9%-ra nő.

c) A kupola alatti térnyomás növelése kedvező hatással van a füstgázok eloszlására.

d) A füstelszívók számának és elhelyezésének döntő szerepe van az egyenletes jó füstgázeloszlás biztosításában. A kísérleteket 1—2—3—5 elszívóval végeztük[2]. Ezeket külön-külön és az összes kombinációban vizsgáltuk. Megállapítható, hogy a füstgáz eloszlás legjobb eredményét akkor értük el, amikor a tűzaknafal melletti két elszívót működtettük.

Ezt a különben kézenfekvő megállapítást könnyű üzemben is ellenőrizni. A levegőelőmelegítés 80—100 C°-kal emelhető és egyidejűleg a gáztüzelés minden más változtatás nélkül erősíthető.

Az általunk kidolgozott áramlásokat vizsgáló mérési módszer megbízható segítséget nyújt a már meglevő berendezések korszerűsítéséhez, valamint új egységek tervezéséhez.

B) *1200 C°-os fúvószélhőmérséklet biztosítása*

A magyar kohóművek nagyolvasztói, a Dunai Vasmű és a Diósgyőri III. sz. kivételével, 40—50 évesek. A léghevítőket is természetesen az akkori műszaki követelményeknek megfelelő levegőelőmelegítés (600—800 C°) biztosítására tervezték.

A Dunai Vasmű és a diósgyőri III. sz. nagyolvasztó léghevítői a maximális hőterhelés biztosításakor, tiszta kohógázzal való fűtéssel 850—920 C°-ot tudnak üzemszerűen elérni. A földgáz-, illetve olajfelhasználás tervezett növeléséhez szükséges 1100—1180 C°-os fúvólevegőt egyik nagyolvasztó léghevítői sem képesek szolgáltatni.

Felvetődik a kérdés: hogyan lehet akkor a kívánt hőmérsékletet elérni?

Ebben a dolgozatban azokról a kísérletekről és számításokról számolok be, amelyeket a nagy fúvószélhőmérséklet biztosítása érdekében végeztünk.

A cél elérését több megoldás biztosíthatja, melyek közül a választás a helyi körülményektől függ.

Mielőtt az egyes megoldások tárgyalásába kezdenénk, röviden ismertetni fogom a jelenlegi hazai üzemi állapotokat.

Minden üzemünkben egy-egy nagyolvasztóhoz tartozó három léghevítőt hideg kohógázzal (900—920 kcal/Nm³) és levegővel fűtenek. Az elméleti lánghőmérséklet 1300 C°. A rácsozatba belépő füstgáz-hőmérséklete 1250—1270 C°. A megengedhető maximális kupola hőmérséklet 1250 C°. A tisztított kohógáz portartalma 35—40 mg/Nm³, csak a Dunai Vasműben 10—15 mg/Nm³. A léghevítők tűzálló anyaga 35 SK-os samott. Az égési levegőt részben egyedi, részben központi ventillátorok szolgáltatják. A kéményhuzatot egyrészt természetes, másrészt mesterséges úton biztosítják. A fúvólevegő nyomása 0,7—1,2 att. A léghevítők hatásfoka nagyságtól, típustól, tüzelési módtól függően 78—84% között van.

[2] Kohászati Lapok 1962. évi 10. sz.

A léghevítők fűtési ideje egyes üzemekben három óra, míg másutt két óra. Fűtés alatt egyszerre két léghevítő áll. Egy léghevítő fúvásra van állítva. A fúvási idő vagy 1, vagy 1 1/2 óra.

A megoldások vizsgálatához abból kell kiindulnunk, hogy a léghevítőben a rácsozat a hőmennyiség nagy hányadát (85—90%) konvektív úton veszi át. Ezért a konvektív hőátadás alapképletét kell behatóan megvizsgálni. Az a feladat, hogy elérjük a rácsozatban tárolt hőmennyiség lényeges növelését, amely változatlan levegőmennyiséggel nagyobb levegőelőmelegítést tud biztosítani.

A konvektív hőátadás alapképlete:

$$Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \qquad \text{kcal/ó}$$

1. A képletből adódik, hogy a rácsozatnak átadott hőmennyiség az α hőátadási tényező növelésével emelhető. Az α hőátadási tényezőt kísérleti úton, elfogadható pontossággal *Kiztner* határozta meg. Az α képlet a következő:

$$\alpha = 7{,}5 \frac{W_0^{0{,}5}}{d^{0{,}333}} \qquad \text{kcal/m}^2\text{. ó. C°}$$

Ebben a képletben, amely egyaránt vonatkozik a fűtési és fúvási periódusra az α a sebesség hatványával lineárisan, a csatornaátmérő hatványával fordítottan arányos.

Állandó csatornaátmérőn az α tényező a sebesség növekedésével együtt növekszik.

Ebből következik, hogy adott léghevítő berendezésben a rácsozatnak átadott hőmennyiség azzal emelhető, hogy növeljük a rácsozatban a füstgázok áramlási sebességét. Ehhez pedig az időegységben több gázt kell elégetni, ami egyben felveti az égők korszerűsítését, valamint a rendelkezésre álló huzat felülvizsgálását.

2. A konvektív hőátadás alapképletének második tagját vizsgálva megállapítható, hogy minél nagyobb a füstgáz és rácsozat között a hőmérséklet különbség, annál nagyobb a rácsozatnak átadott hőmennyiség. A hőmérsékletkülönbség növelésének egyetlen módja a rácsozatba belépő füstgáz (t_1) hőmérsékletének emelése.

A füstgáz hőmérsékletének növelése változatlan légfeleslegtényezővel a következő utakon valósítható meg:

a) A kohógáz fűtőértékének növelése földgáz vagy kamragáz bekeverése útján.

b) A kohógáz, vagy levegő, esetleg mindkettő előmelegítése rekuperátorban 300—400 C°-ra.

A jelenleg belépő t_1 füstgázhőmérséklet 1270 C° körül van. Figyelembe véve a tisztított kohógáz 30—40 mg/Nm³ portartalmát, amely 1280 C° felett reakcióba lép a kupola samott anyagával, majd lecsepeg — a falazat elvékonyodik — és így a füstgázhőmérséklet emelése több akadályba ütközik. Biztosítani kell a boltozat, valamint a falazatok tartósságát, vagyis gondoskodni kell a kupola védelméről. Az ez irányban végzett kísérleteinkről később részletesen beszámolok.

3. A konvektív hőátadás alapképletének harmadik tagját vizsgálva azt látjuk, hogy a hőátadó felület növelése egyenes arányban növeli a rácsozatnak átadott hőmennyiséget.

A hőátadó felület növelésének három módját célszerű megvizsgálni.

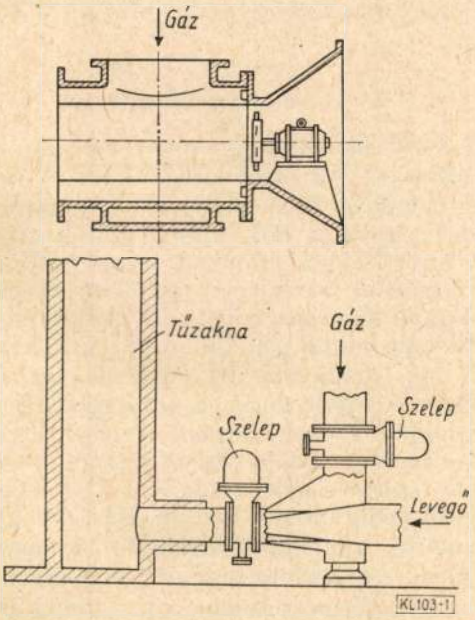
Elsőként a rácssúly lényeges csökkentése nélkül növeljük a hőátadó felületet, olyan módon, hogy a rácsozatot különböző mértani idomok szerint képezzük ki, vagyis új nagyobb fűtőfelületű téglaidomokat építünk be.

A másik mód a fűtőfelület növelésére az lenne, hogy az eddigi három léghevítő helyett négy léghevítővel dolgoznánk. Ez a lehetőség a gyakorlatban könnyen megvalósítható és így jelentős mértékben növelhető a fűtőfelület és a rácsozatban tárolt hőmennyiség.

A harmadik mód a tűzakna berácsozása és helyette külső tűzakna építése. Ez a lehetőség is könnyen megvalósítható és üzembiztos megoldás.

C) *Léghevítőégők*

Az előző fejtegetésből világosan kitűnik, hogy a nagyobb áramlási sebességek biztosításához több füstgázmennyiségre van szükség. Ehhez több gázt kell az időegység alatt a léghevítők változatlan tűzakna keresztmetszetében elégetni, mivel a rácsozat szelvényét nem szabad csökkenteni, mert már amúgy is kicsiny. Az ismert léghevítőégő, amely az *1. ábrán* látható, rendkívül kis intenzitású

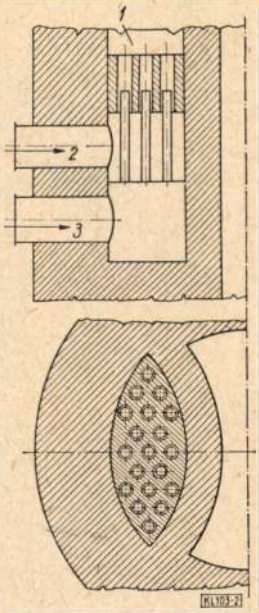


1. ábra. A hagyományos léghevítőégő elhelyezése és metszete

égést biztosít. A gázsebesség mindennemű növekedése, általában pulzálásra és robbanásra vezet.

Ha a keverés megfelelő, akkor tökéletes égés jön létre, a tűzaknán belül a hevítés egyenletes lesz (forró pontok nélkül) és nem keletkezik robbanás. Ezeket a szempontokat az osztottlángú léghevítő égővel lehet biztosítani, amely a *2. ábrán* látható. A Tüzeléstechnikai Kutatóintézet kidolgozott egy ilyen típusú égőt és a kísérleti léghevítőben igen jó eredménnyel használja. Az égő tág határok között szabályozható és üzembiztos berendezés.

D) *Kupolavédelem*



2. ábra. Osztottlángú léghevítő égő
1 = tűzakna, 2 = gázbelépés, 3 = levegőpelébés

A rácsozatnak átadott hőmennyiség növelésének egyik leghatékonyabb és legegyszerűbben legolcsóbban megvalósítható módja a rácsozatba belépő (t_1) füstgáz hőmérsékletének növelése 1270 C° fölé. Ezzel kapcsolatban már rámutattam arra, hogy a kohógáz portartalma 1280 C° felett reakcióba lép a kupola samott anyagával, cseppek alakjában leolvad és elvékonyodik, tehát a léghevítő tartóssága csökken. Ha a portartalom 30 mg/Nm³ alá csökkenthető, akkor a fenti veszély is kisebb.

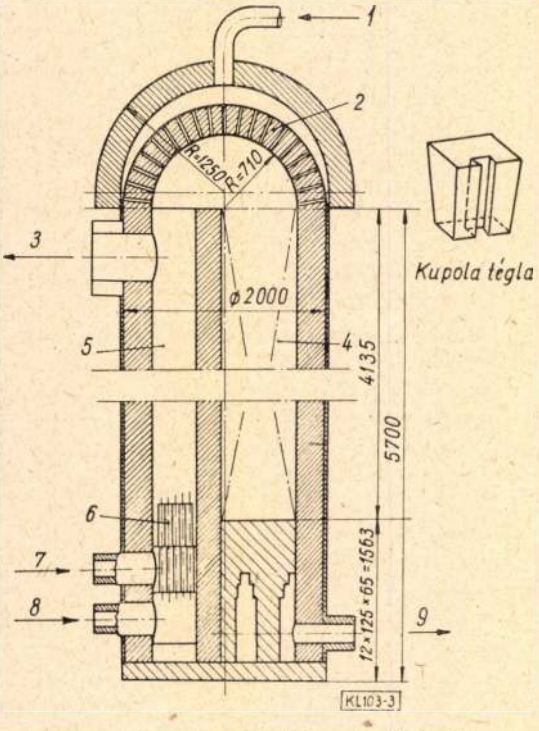
A kupola samott anyagának 55% Al_2O_3 + + TiO_2 összetételén tiszta pormentes füstgáz elégetésekor a terhelés alatti (2 kg/cm²) lágyulás kezdete 1460—1500 C° közé esik. Mivel a kupola félgömb alakú és építészetileg önhordó, állékony szerkezet, azért a lágyulás hőmérsékletéig nem szabad felfűteni. Ez azt jelenti, hogy még a legjobb minőségű tűzálló anyagból épített kupolát sem szabad 1420 C°-os hőmérséklet fölé hevíteni.

A rácsozatba belépő füstgáz hőmérsékletét legalább 1500—1550 C° ra kellene felemelni ahhoz, hogy a kívánt levegő előmelegítést biztosíthassuk.

Erre a célra dolgoztam ki a kettős kupola boltozatú léghevítőt, mely a PE-439. számú szabadalom védelme alatt áll.

A berendezést a *3. ábra* mutatja be, melyről látható, hogy két kupolaboltozat épül egymás fölé. A külső kupola a köpenyre erősített konzolon, a belső pedig tűzálló hengerfalon nyugszik. A két kupola közé az égési levegő 25—35%-át kell vezetni. A belső kupola hornyolt kétszer ékelt téglából építhető fel. A tűzaknába bevezetett dúsított kohógázt (1200—1500 kcal/Nm³) osztott lángú égőn keresztül 0,9—1,0 légfeleslegtényező mellett égetik el. Ez biztosítja a jó keveredést és a tökéletes égést. A belső kupola hornyain beáramló hideg levegő megvédi a túlhevüléstől, mivel a hornyok egyenletesen helyezkednek el az egész felületen. Az 1200 C°-os maximális kupolahőmérséklet a hűtőlevegő mennyiségének szabályozásával biztosítható. Ugyanakkor a hűtőlevegő egyenletes eloszlása biztosítja, hogy a füstgázban még jelenlevő, de el nem égett tüzelőanyag a rácsozatba való belépés előtt tökéletesen elégjen. A füstgázok eloszlása a rácsozatban lényegesen javul.

Ezt igazolták a hideg modell-kísérleteink is. Ilyen módon biztosítható a tökéletes kupolavédelem, a dúsított tüzelőanyag elégetése $n = 1{,}25$—1,30 légfeleslegtényezővel és a rácsozatba belépő füstgáz 1500—1550 C°-os megkívánt hőmérséklete.



3. ábra. Kettőskupolás boltozatú léghevítő
1 = szekundér égéslevegő, 2 = lyukas boltozat, 3 = forrószélvezeték, 4 = rácsozat, 5 = tűzakna, 6 = osztottlángú gázégő, 7 = gázbalépés, 8 = levegőbelépés, 9 = füstgázbevezetés

A 3. ábrán bemutatott kísérleti léghevítő már nem terv, hanem megépített berendezés. A szükséges összes kísérleteket elvégeztük. A kísérletek eredményét röviden a következőkben foglalom össze :

A gázkeverékek fűtőértéke :
$Q_e = 1420$ kcal/Nm³ (kohógáz + földgáz keverék)
Légfeleslegtényező :
$n = 1{,}25$

A kupolán keresztül beadott levegő az összes égési levegő 28%-a. A belső kupola felületi hőmérséklete maximum 1180 C° (hőelemmel mérve).

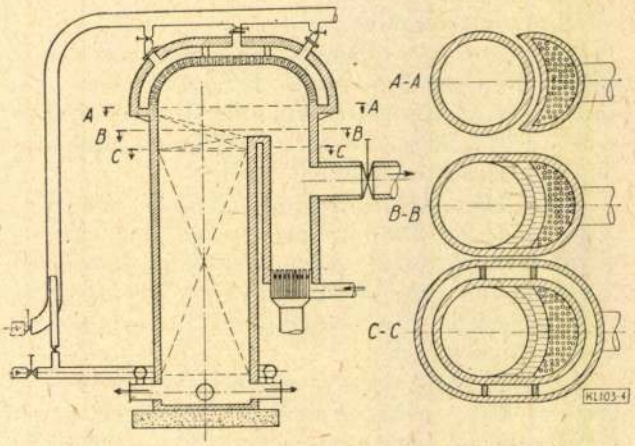
Rácsozat feletti füstgáz hőmérséklet : 1510 C°
Rácsozat felső sorainak hőmérséklete pirroptóval mérve (maximum) : 1495 C°

A kapott kísérleti eredmények alapján Ózdon és Diósgyőrött folyamatban van a meglevő léghevítők átalakítása. Az átalakítás kis költséggel megvalósítható, üzembiztos és egyszerű a berendezés. A kohógáz dúsítása sem okoz műszaki problémát.

A hőátadó felület növelésének említésekor tértem ki a léghevítők számának háromról négyre való emelésére.

Utaltam továbbá arra, hogy lehetőség kínálkozik a jelenlegi tűzakna berácsozására, azaz a fűtőfelület növelésére külső tűzakna megépítésével is.

A külön tűzaknára alkalmazható kettős kupolaboltozatú szerkezetet is kidolgoztam. Ez lehetővé teszi, hogy a teljes hengert tűzálló ráccsal kitölthessük. A külső tűzakna különleges mértani idom, amelyre több okból van szükség (*4. ábra*).



4. ábra. A külső tűzakna kiképzése

A belső és külső boltozat így egyrészt két negyed gömbből és egy félhengerből építhető össze, amely elemek önmagukban is állékony, önhordó szerkezetek, másrészt így a tűzaknából a rácsozatba belépő füstgáznyaláb a teljes átmérő szélességében áramlik a rácsozatba, tehát biztosítható a füstgázok tökéletes elosztása és kihasználása.

A tűzakna magassága 6—8 m, mivel a használt égő osztottlángú, ami a jó keverést a legtökéletesebben biztosítja. Ennek következtében kicsi a külső hőveszteség és a hatásfok 78—80%-on tartható.

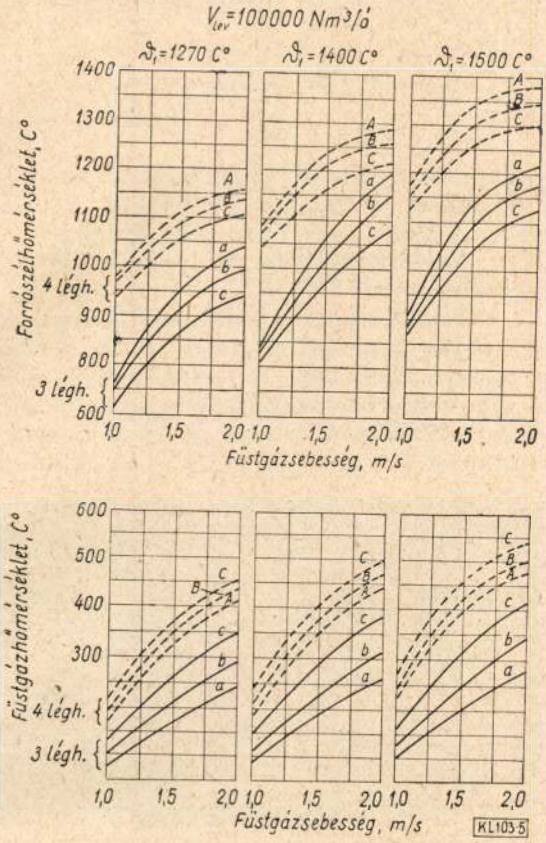
E) *A váltási idők szerepe*

A hazai átváltási gyakorlat az volt, hogy 3 órás fűtést 1,5 órai fúvás követett és két léghevítő volt egyidejűleg fűtés alatt. Ez a rendszer nem megfelelő, ugyanis hőtechnikai számításokkal és üzemi kísérletekkel könnyen bizonyítható, hogy a körforgásidő rövidítése nagyban elősegíti az előmelegítés lényeges növelését. A későbbiekben bemutatásra kerülő példákban ez nagyon szembetűnően fog jelentkezni. Itt jegyzem meg, hogy a körforgásidő erősen függ az automatizálástól.

Röviden ki kell térnem a négy léghevítős rendszer munkarendjére. Itt célszerű eltolt menetdiagram szerint két léghevítőt fúváson, két léghevítőt pedig fűtésen tartani. Ha egy léghevítőben zavarok vannak, 3 léghevítős üzemre lehet visszatérni. A körforgásidőket lényegesen lehet csökkenteni. Természetesen a váltás teljes automatizálása itt is a csökkentett körforgásidőnek feltétele.

Intézetünkben részletes hőtechnikai számításokat végeztünk az alábbi változók figyelembevételével :

1. Három léghevítős üzemben adott berendezésekben hogyan változik a levegő előmelegítése és a távozó füstgáz hőmérséklete a füstgázsebesség, valamint a rácsozatba belépő füstgázhőmérséklet függvényében. Vizsgálat tárgyává tettük, hogy a levegőmennyiség változása milyen mértékben változtatja meg az előmelegítés mértékét. A fenti egyes változatok számítását változó körforgásidőkre is elvégeztük, mert így a váltási idő hatása



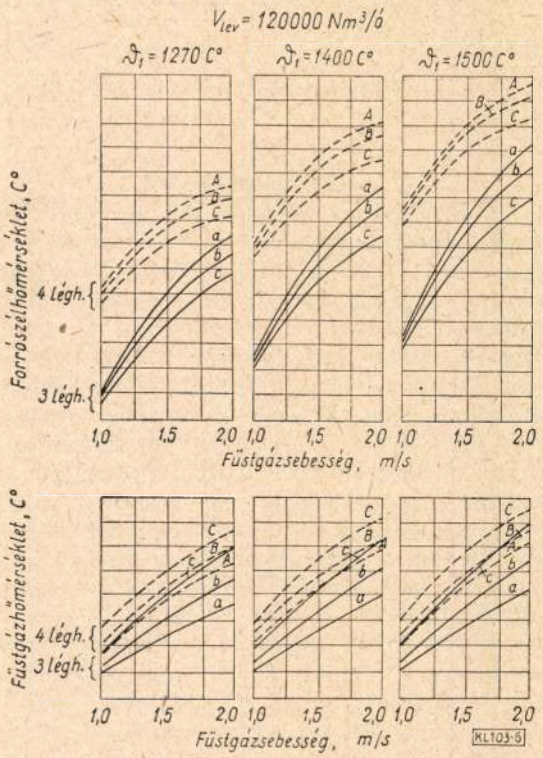
5. ábra. Az elérhető forrószél hőmérséklet 100 000 Nm³/ó melegítésekor
4 léghevítő üzemekor *A*-, *B*-, *C*-görbe, 3 léghevítő üzemekor *a*-, *b*-, *c*-görbe

számszerűen értékelhető. A számítások elvégzésekor feltételeztük, hogy 1500 C°-os belépő füstgázhőmérséklethez a léghevítő kettős kupola boltozatú.

2. Négy léghevítőre az előbbi pont alatt leírt változók figyelembevételével szintén végeztünk számításokat. A számításokat a diósgyőri kohómű III. sz. nagyolvasztójának léghevítőire végeztük el:

Felvett körforgásidő:	3 léghevítős üzemben		
	a	*b*	*c*
Fűtési idő	1 óra	2 óra	3 óra
Fúvási idő	0,5 óra	1 óra	1,5 óra
	4 léghevítős üzemben		
	A	*B*	*C*
Fűtési idő	1,5 óra	2 óra	3 óra
Fúvási idő	0,5 óra	40 perc	1 óra

A rács súlya	817 tonna
Fűtőfelület	12 820 m²
Csatornaméret	60 × 60 mm
Téglavastagság	50 mm
Fúvólevegő mennyisége	100 000 Nm³/óra
A hideg levegő belépési hőmérséklete	70 C°
Tiszta torokgáz-tüzeléssel a rácsozatba belépő füstgáz hőmérséklete:	t_1 = 1270 C°
Földgázzal kevert torokgáz tüzeléskor a rácsozatba belépő füstgáz hőmérsékletét	t_1 = 1400, illetve t_1 = 1500 C°-nak vettük.



6. ábra. Az elérhető forrószélhőmérséklet 120 000 Nm³/ó melegítésekor
4 léghevítő üzemekor *A*-, *B*-, *C*-görbe, 3 léghevítő üzemekor *a*-, *b*-, *c*-görbe

A számításokat Hausen-módszerével végeztük el, a kapott eredményeket az *5.* és *6. ábrák* mutatják be.

A számítások felvilágosítást adnak afelől, hogy milyen előmelegítés érhető el 3 vagy 4 léghevítővel, ha 1—2 m/s között változik a rácsozatba belépő füstgáz sebessége (normál állapotra számítva), a hőmérséklete pedig 1270—1400—1500 C°.

Világosan látható, hogy a körforgásidő rövidítése lényegesen növeli az előmelegítést. A diagramokból azt is egyértelműen meg lehet állapítani, hogy a levegőmennyiség növelése milyen mértékben csökkenti az előmelegítést.

A tényleges üzemi viszonyok elemzése után meg lehet határozni, hogy milyen módon célszerű az előmelegítést növelni.

Problémák az 1100—1200 C°-os fúvólevegős üzemben

A léghevítők tűzálló bélését alumíniumoxiddús (48—55% Al_2O_3-tartalmú) samott téglára célszerű a tűzaknában, és a rácsozat felső 8—10 méterében kicserélni. A belső kupolát is célszerű ilyen tűzálló anyagból építeni.

A forrószélszelepeket át kell tervezni a nagyobb hőmérsékletű igénybevételre. A fúvócsöveket ki kell falazni és 20—25% CrNi ötvözésű acélból készíteni. A hőveszteségek csökkentése céljából jobb minőségű szigetelő téglát kell használni a forrószélvezetékek falazására.

Melegduzzasztási kísérletek rézzel, közepes alakváltozási sebességeken*

Dr. BELLA EDE a műszaki tudományok kandidátusa és GULYÁS JÓZSEF tudományos munkatárs

(Folytatás)

DK 669.34:620.178.6

Szövetváltozások

A duzzasztott próbatestek szövetét a szimmetriatengelyen keresztül menő hosszmetszeteken vizsgáltuk. Minden próbatestből mikroszkópos csiszolat készült, melyet 10%-os ammóniumperszulfáttal marattunk. Csiszolatként a szemnagyságot 10—10 hely értékelésével, majd átlagolásával és az ASTM táblázatokkal való összehasonlítással határoztuk meg. A teljes hosszmetszet képe általában egyenletes, az egytengelyű feszültségi állapotnak megfelelő volt. Szövetváltozásról akkor beszélünk, ha a csiszolat egy részében vagy egészében a szemnagyság ugrásszerűen változik, csökken. Részleges változáskor a még újra nem kristályosodott rész a már átalakulttól jól meg volt különböztethető. A jobb értékelés érdekében az *500* és 700 C°-on alakított próbatestek szövetét 850 C°-on 17 percig (a 10 mm ∅-jű, 20 mm hosszú próbákét 13 percig) izzítással 0,15—0,20 mm szemnagyságúvá durvítottuk (9. ábra). A 900 C°-os alakítás szövete külön durvítás nélkül hasonló volt (24. ábra). A melegalakítás alatti közvetlen állapotot a próbatestnek a már említett módon való vízbe lövésével és hűtőfolyadékként 10%-os vizes konyhasóoldattal sikerült legjobban rögzíteni (I. hűtési mód). A hűtési módok adatait a 4. táblázat tartalmazza. A hűlési időket a próbatest közepén termoelem és oszcillográf segítségével mértük. A vízben edzéskor a próbatest hűlése olyan gyors, hogy a próbatest és a termoelem közötti hőátadás azt teljes pontossággal követni nem tudta. Így a valóságos idők a mértnél kisebbek, de a különböző méretű próbatestek hűlési viszonyainak megítélésére vagy a különféle hűtési módok összehasonlítására alkalmasak. A háromféle módon 300 C°-on lehűlt próbák időadatait összehasonlítva megállapítottuk, hogy a 10 mm ∅-jű, 20 mm hosszú próbatest kb. kétszer olyan gyorsan hűl le, mint a 18 mm ∅-jű, 35 mm hosszú. Az I. hűtési módszer a II. módon a hőfoktól függően kétszer vagy háromszor gyorsabb.

A szövetvizsgálatok alapján a következő képet alakítottuk ki :

Az alakítás hatása. 500 C°-os duzzasztáskor a leggyorsabb hűtéssel (I. mód) e kísérletsorozat legnagyobb alakításáig ($\varepsilon = 48\%$) egyik sebességen sem volt szövetátalakulás tapasztalható, csak kb. 20% alakítástól kezdve növekvő nyújtottság mutatkozott *(9., 10., 11. ábra)*. A lassúbb, vízben hűtéskor (II. mód) a *6.* sebességgel alakított próbán kb. 20%-os alakítástól kezdve növekvő mennyiségű részleges újrakristályosodás látszik, ami nyilván a nem elég gyors hűtés következménye. A levegőn hűtés még későbbi állapotot mutat, itt a legkisebb vizsgált alakításkor ($\varepsilon = 15\%$) a részleges újrakristályosodás az előbbinél már jóval nagyobb mérvű, 60%-on pedig teljesen átalakult a szövet *(12., 13., 14., 15., 16., 17. ábra)*.

A 700 C°-os duzzasztáskor közvetlen az alakítás alatt (I. hűtési mód) 10%-os alakításig *5.* sebességgel nincs változás *(18. ábra)*, ugyanilyen



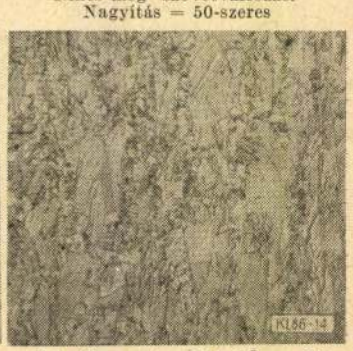
11. ábra. Az 500 C°-on 48%-os alakításig 5. sebességgel duzzasztott és I. módon hűtött próba szövete
Nyújtottság látszik. Nagyítás = 50-szeres



12. ábra. Az 500 C°-on 15%-os alakításig, 6. sebességgel duzzasztott és II. módon hűtött próba szövete
Nincs még szövetváltozás. Nagyítás = 50-szeres



13. ábra. Az 500 C°-on 48%-os alakításig 6. sebességgel duzzasztott és II. módon hűtött próba szövete
Nagyobb mértékű részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



14. ábra. Az 500 C°-on 60%-os alakításig 6. sebességgel duzzasztott és II. módon hűtött próba szövete
Még több újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



9. ábra. Az 500 és 700 C°-on duzzasztott próba szövete közvetlenül az alakítás előtt. Az előmelegítés előtt 850 C°-on 17 percig még külön izzítva
Nagyítás = 50-szeres



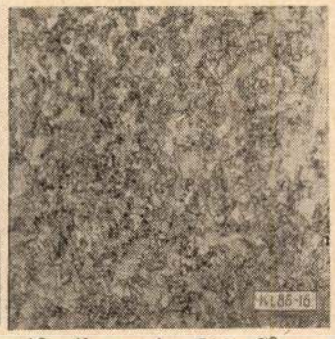
10. ábra. Az 500 C°-on 15%-os alakításig 5. sebességgel duzzasztott, és I. módon igen gyorsan hűtött próba szövete
Nyújtottság nem látszik. Nagyítás = 50-szeres

*A dolgozat első része megjelent a Kohászati Lapok 1964. év 4. számban



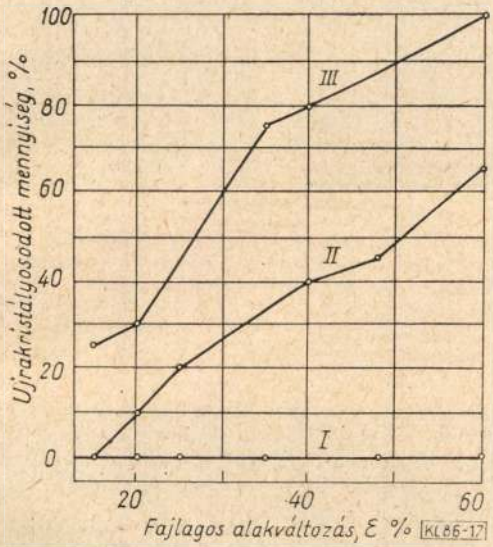
15. ábra. Az 500 C°-on 15%-os alakításig duzzasztot és levegőn hűlt próba szövete

Részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



16. ábra. Az 500 C°-on 60%-os alakításig duzzasztott és levegőn hűlt próbaszövete

Teljes újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



17. ábra. Az újrakristályosodott mennyiségek változása az alakítás függvényében 500 C°-on 6. sebességgel való duzzasztáskor mindhárom hűtési móddal (I., II., III.)

viszonyok között 15%-os alakítástól kezdve azonban már kismértékű és az alakítás növelésével növekvő mennyiségű újrakristályosodás mutatkozik, amely 40%-os alakítás körül már teljes mértékűvé válik *(19., 20., 21., 22. ábra)*. Levegőn hűtéskor már 10%-os alakítással részleges újrakristályosodás van.

A 900 C°-os duzzasztási kísérleteknek a szövetre gyakorolt hatását először a 10 mm ∅-jű, 20 mm hosszú próbatesteken, *1.* sebességen I. hűtési mód után vizsgáltuk. Itt 10%-os alakításig változatlannak látszik a szövet, 15%-os alakítástól részleges és az alakítás mértékével növekvő mennyiségű az újrakristályosodott rész, 55%-os alakítástól pedig teljesen újrakristályosodott a szövet *(23., 24., 25., 26. ábra)*. Az *5.* sebességgel duzzasztott és I. módon hűtött 18 mm-jű, 25 mm hosszú próbatesteket vizsgálva a legkisebb kísérleti alakítástól, 10%-tól kezdve fokozatosan csökkenő szemnagyságú szövetet találunk. Viszont közbenső alakítások során sem mutatkozik a durvább szövet mellett lényegesen kisebb szemnagyságú és így részleges újrakristályosodásra utaló szövet. Miután a 10 mm ∅-jű, 20 mm hosszú



18. ábra. A 700 C°-on 5. sebességgel 10%-os alakításig duzasztott és I. módon hűtött próba szövete

Nincs szövetváltozás. Nagyítás = 50-szeres



19. ábra. A 700 C°-on 5. sebességgel 15%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött próba szövete

Kis részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



20. ábra. A 700 C°-on 5. sebességgel 25%-os alakítá sig duzzasztott és I. módon hűtött próba szövete

Több részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



21. ábra. A 700 C°-on 5. sebességgel 48%-os alakítá sig duzzasztott és I. módon hűtött próba szövete

Teljes újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres

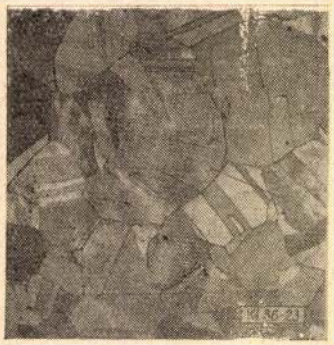
4. táblázat

A próbatestek lehűlési idejének összehasonlítása különféle lehűtési módokkal

Hőfok, C°	18 mm ∅-jű, 35 mm hosszú próbatest					10 mm ∅-jű, 20 mm hosszú próbatest				
	I. mód		II. mód		III. mód	I. mód		II. mód		III. mód
	Vízbe érésig eltelt idő	10%-os sós vízben a lehűlés ideje 300 C°-ra	Vízbe-érésig eltelt idő	Vízben hűlés ideje 300 C°-ra	Levegőn hűlés 300 C°-ra	Vízbe-érésig eltelt idő	10%-os sós vízben a lehűlés ideje 300 C°-ra	Vízbe-érésig eltelt idő	Vízben hűlés ideje 300 C°-ra	Levegőn hűlés 300 C°-ra
	s				perc	s				perc
500	0,012	0,7	1,0	1,4	1,83	0,012	0,5	1,0	0,7	1,0
700	0,012	3,0	1,0	4,5	3,50	0,012	0,8	1,0	2,0	1,6
900	0,012	3,2	1,0	5,0	3,70	0,012	1,5	1,0	2,5	1,8



22. ábra. A 700 C°-on 9. sebességgel 25%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött próba szövete
Részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



23. ábra. A 900 C°-on duzzasztott próba szövete közvetlenül az alakítás előtt
Nagyítás = 50-szeres

próbatest, amelynek térfogata kb. 18%-a a 18 mm Ø-jű, 35 mm hosszúnak, utóbbinál kb. kétszer gyorsabban hűl, így a próba szövete lényegesen korábbi állapotot rögzít *(4. táblázat)*. Ezért feltehető, hogy az *5.* sebességgel duzzasztott 18 mm Ø-jű, 35 mm hosszú próbák szövete már 10%-tól kezdve újrakristályosodott *(27., 28., 29. ábrák)*. Ezt támasztja alá a levegőn hűtött (III. mód) ugyanilyen sorozat, amely lényegében az I. módon hűtötthöz hasonló, de valamivel durvább szövetű *(30. ábra)*. Mindezeket, valamint a feszültségváltozásokat egybevetve az állapítható meg, hogy 900 C°-on a 18 mm Ø-jű, 35 mm hosszú próbatest leggyorsabb hűtése sem elegendő a közvetlen alakítás alatti állapot jellemzésére, ez az állapot csak a lényegesen gyorsabban lehűlt 10 mm Ø-jű, 20 mm hosszú próba alapján értékelhető.

Megjegyzem végül, hogy 700 C°-on a már említett durvított szövetű próbákon kívül előzetesen nem durvított próbákat is duzzasztottunk. Mindkét sorozatnak a 40%-os alakításon felüli teljesen újrakristályosodott szövete közel azonos szemnagyságú volt. Ami annak bizonyítéka, hogy a melegalakítás után a szövet nem függ a kiinduló szövettől, csak az alakítás közvetlen körülményeitől.

Az alakítási hőfok hatása. Megállapítható, hogy a feszültségképnek megfelelően a hőfok növelésével a szövetváltozások kezdete a kisebb alakváltozások irányába tolódik el. Addig, amíg 500 C°-on való duzzasztáskor 60%-os alakításig nincs szövetváltozás, 700 C°-on *5.* sebességen már 15%-os alakítástól kezdve részleges és 40%-ostól teljes az újrakristályosodás. 900 C°-os duzzasztással pedig ugyancsak az *5.* sebességen és 18 mm Ø-jű, 35 mm hosszú próbákban már 10%-os alakítástól kezdve szövetváltozás található.

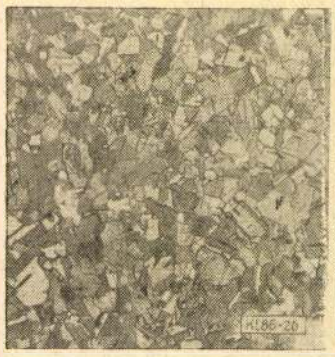
Az alakváltozási sebesség hatása. 500 C°-os duzzasztással a *6.* és *9.* sebességgel és a II. hűtési



24. ábra. A 900 C°-on 1. sebességgel 10%-os alakításigduzzasztott és I. módon hűtött 10 mm ø-jű 20 mm hosszú próba szövete
Nincs szövetváltozás. Nagyítás = 50-szeres



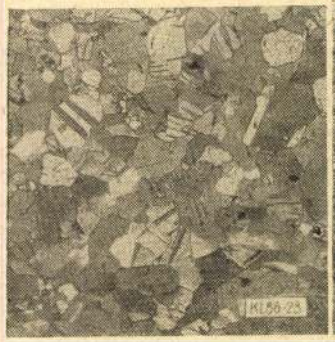
25. ábra. A 900 C°-on 1. sebességgel 15%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött 10 mm ø-jű 20 mm méretű próba szövete
Részleges újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



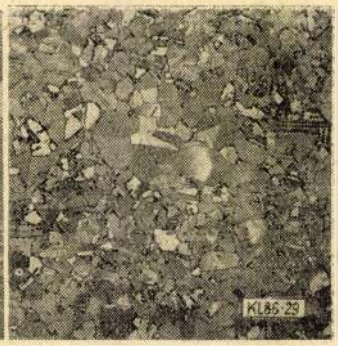
26. ábra. A 900 C°-on 1. sebességgel 55%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött 10 mm ø-jű, 20 mm hosszú próba szövete
Teljes újrakristályosodás. Nagyítás = 50-szeres



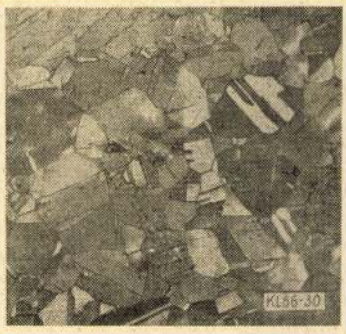
27. ábra. A 900 C°-on 5. sebességgel 10%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött, 18 mm ø-jű, 35 mm hosszú próba szövete
Nagyítás = 50-szeres



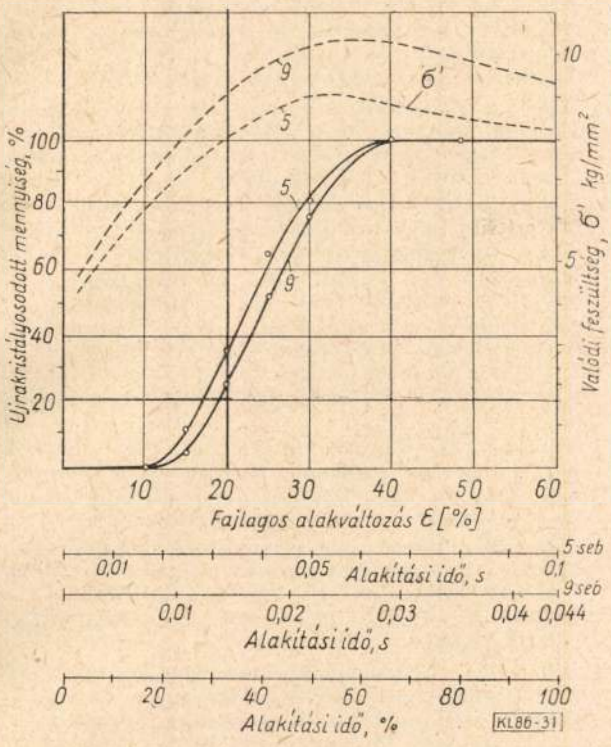
28. ábra. A 900 C°-on 5. sebességgel 25%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött, 18 mm ø-jű, 35 mm hosszú próbaszövete
Nagyítás = 50-szeres



29. ábra. A 900 C°-on 5. sebességgel 48%-os alakításig duzzasztott és I. módon hűtött, 18 mm ø-jű, 35 mm hosszú próba szövete
Nagyítás = 50-szeres



30. ábra. A 900 C°-on 5. sebességgel 48%-os alakításig duzzasztott és levegőn hűlt, 18 mm ø-jű, 35 mm hosszú próba szövete
Nagyítás = 50-szeres



31. ábra. Az újrakristályosodott mennyiség változása az alakítás és az illető sebességre vonatkozó alakítási idő függvényében 700 C°-on 5. és 9. sebességgel végzett duzzasztáskor

— = újrakristályosodott mennyiség, - - - - - = valódi feszültség

móddal elért eredményeket összehasonlítva, a szövetszerkezeten a *9.* sebesség késleltető hatása látszik. 700 C°-on az *5.* és *9.* sebességeket vizsgálva szintén a nagyobb sebesség késleltető hatása látható (20. és 22. ábra). Ezt mutatja a *31. ábra* is, amelyen az újrakristályosodott szövet százalékos mennyiségét az alakítás függvényében és az illető sebességnek megfelelő alakítási idő függvényében ábrázoltuk. Az *1.* sebesség a kis, 10 mm Ø-jű, 20 mm hosszú próbatest gyorsabb hűlési viszonyai miatt nem volt közvetlenül összehasonlítható, csak, különösen a 900°-os alakításkor, értékelési alapként szolgált. Látható tehát, hogy a sebesség növekedése — mint a feszültségi változások során — a szövetváltozásokat is a nagyobb alakváltozás irányába tolja el. Vagyis a nagy sebesség és kis hőfok hatása hasonló.

Az eredmények elméleti elemzése

Mind a feszültségváltozások, mind a szövetváltozások fentiekben vázolt jelenségei a melegalakítás bonyolult folyamatának következményei. Minthogy ennek a folyamatnak a törvényszerűségei még nincsenek feltárva, a jelenségek magyarázatához egyelőre a hidegen, képlékenyen alakított, majd izzított anyag folyamatait vehetjük alapul.

Azt a tényt, hogy az újrakristályosodási hőmérsékleten felüli tartományban a képlékenyalakítás jelenségei eltérnek az újrakristályosodási hőmérsékleten aluli tartományban képlékenyen alakított, majd izzított anyagokban észlelt jelenségektől, elsősorban az a körülmény magyarázza, hogy az első esetben, a tágabb értelemben vett melegalakításkor, a képlékeny alakítást a már említett hőmérséklet-tartományban lefolyt izzítás után, nagy hőmérsékletű anyagon végezzük. Így itt a képlékenyalakítás és az izzítás következményei, a keményedés, lágyulás, szövetváltozás csaknem egyidejűleg mutatkoznak. Mégis a nagyobb sebességgel végbemenő képlékenyalakítás (keményedés) hatása kisebb alakítási hőmérsékleten — vagy nagyobb hőmérsékleten, de kisebb alakításkor — nagyobb. Ennek következménye, hogy 500 C°-os duzzasztáskor közvetlen az alakítás alatt az összes kísérleti alakváltozás során csak keményedést és alakított szövetet találunk, jellegében a közönséges hőmérsékleten végzett alakításhoz hasonlóan. 700 és 900 C°-on alakításkor a feszültséggörbék jellege a keményedési maximumig szintén hasonló. Az alakításkor keletkezett valódi feszültségek azonban még az 500 C°-os alakításkor is a közönséges hőmérsékleten végzett alakításkor keletkezetteknél jóval kisebbek. Ez már az anyag nagyobb hőmérsékletének a következménye. Ebben a melegállapotban ugyanis a hőmérséklet nagyságától függően szaporodnak a csúszási síkok, ami az alakváltozást elősegíti s az alakváltozás következményét, a keményedést, csökkenti. De a transzláció előrehaladásával nagyobbodó, a diszlokációk mozgásából, keletkezéséből, összesűrűsödéséből, valamint a rácstorzulásokból származó feszültségnövekedést nagyobb hőmérsékleten a diszlokált atomoknak energiaszegényebb helyekre, üresrácshelyekre diffúziós vándorlása is csökkenti. Így tehát elsősorban a hőmérséklet nagyságától és a végzett alakváltozástól függően alakul ki az anyagnak a folyamat alatti állapota. Ezenkívül döntő hatású az alakváltozás sebessége, vagyis az, hogy az alakváltozás mennyi idő alatt megy végbe. Ha a diszlokált atomok diffúziós mozgásához és új kristálycsírák keletkezéséhez, növekedéséhez szükséges idő az alakítási időnél nem nagyobb, akkor a sebesség hatása jelentős.

500 C°-os duzzasztáskor a kísérletsorozat kis alakváltozásai során torzult ikersíkok, majd az alakváltozás növelésével növekvő nyújtottság tapasztalható a próbák szövetében. E kis hőmérsékleten és a kísérleti alakváltozási sebességek megszabta alakváltozási idő alatt ugyanis a csíraképződés és növekedés körülményei még nem olyanok, hogy növekvőképes nagyszögű kristályhatár, s így új szövet keletkezhessék (10., 11. ábra).

A 700 C°-os duzzasztáskor a feszültséggörbék maximumain kisebb alakváltozások során is részleges újra kristályosodás volt észlelhető, noha ezen a szakaszon a próbatesten mért eredő feszültség növekszik. Ez a próba krisztallitjainak az alakítóerő irányához képest elfoglalt különböző helyzeteivel és így különböző igénybevételükkel magyarázható. Ennek következtében ugyanis azokban a krisztallitokban, ahol a keletkezett feszültség a csíraképződés megindulásához, a megfelelő diszlokációs felhő kialakításához szükségesen az értéket elérte vagy túlhaladta, új csíraképződés, újrakristályosodás indul meg (19., 20., 21. ábra). Viszont a próbatest térfogatában az egyes krisz-

tallitokban keletkezett összes feszültségek eredője (a kevésbé alakított krisztallitoknak, valamint a már újrakristályosodott szemcséknek továbbalakításával) az alakítás mértékének növelésekor tovább emelkedik. Így többszöri átalakítás és szövetváltozás következik be, ami egy bizonyos alakváltozáson felül szemcsefinomodást okoz.

A 900 C°-on duzzasztáskor a 700 C°-oshoz hasonló jelenség tapasztalható.

Összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy a melegduzzasztáskor a képlékenyalakítás és az anyag izzított állapotának hatása egyidejű és az alakváltozási sebességtől megszabott időtartamú, így a kialakítható feszültségkép a feszültségek nagyságát tekintve az összes kísérleti alakítási hőmérsékleten jellegében pedig csak a nagyobb hőmérsékleten, a közönséges hőmérsékleten végzett duzzasztásétól lényegesen eltér. A szövetváltozás képe a közönséges hőmérsékleten végzett duzzasztás, majd az azt követő izzítási folyamat következményeitől szintén különbözik.

IRODALOM

[1] *Szokolov, L. D.:* K vaptosu a vitsislenii saprativlenia metallov plastitseskamu deformirovaniu v zavisimosti at skorosti deformacii i temperaturi Dokladi Akademia Nauk SSSR 1949. TOM. LXVII. 3. sz.

[2] *Szokolov, L. D.:* Sistematitseskoie isledovanie skorostnoi i tempraturnoi zavisimostie saprativlenia deformirovaniu u odnofaznich metallov. Dokladi Akademia Nauk SSSR 1950. TOM LXX. 5. sz.

[3] *Alder, J. F.—Phillips, V. A.:* The effect of strain rate and temperature on the resistance of aluminium copper and steel to compression Journal of the Institute of Metals, 1954. XI.

[4] *Zlotin, L. B.—Berman, Sz. I.:* Protnostnie charakteristiki medi pri dinamitseskich ispitaniiach v oblasti zarekristallizacionich temperatur (1961).

[5] *Hardwich, D.—Tegart, Mc. G.—Rossard, C.—Blain, P.:* Observations sur la deformation de l'aluminium et du cuivre par torsion aux temperatures élevées Departtemant de Metallurgie de l' Universiti de Sheffield, Angleterre et Institut de Recherches de la Siderurgie Saint-Germain-En-Laye, 1961.

[6] *Hardwich, D.—Tegart, Mc. G.:* Structural changes during the deformation of copper, aluminium and nickel at high temperatures and high strain rates. Journal of the Institute of Metals 1961. IX.

[7] *Bella, E.:* Warmstauchversuche mit Kupfer bei kleinen Formänderungsgeschwindigkeiten. Acta Technica TOM. XXXII. Fasc. 1—2. 1961.

[8] *Orowan, E.:* B. I. S. R. A. Restricted Rep. 1950. (MW/F/22/50).

[9] *Bella, E.:* Untersuchung der Verfestigung der Entfestigung und der Veränderung des Gefüges während und nach dem Warmwalzen von Elektrolytkupfer. Acta Technica Tom. XXV. Fasc. 3—4. 1959.

Egyesületi hírek

A Vaskohászati szakosztály március hó 16-án vezetőségi ülést tartott. Az ülésen megjelentek *Pilter Pál* elnök, *Szeless László* alelnök, *Óvári Antal* főtitkár, *Gruber Imre* titkár, *Árkos Frigyes, Felföldi Zoltán, Hammer Ferenc, Kemény Kornél, Kondorai Egon, Latinák István, Mácsay József, Mándoki Andor, Mester István, Nagyenyedi József, Nagy Zoltán, Pőcze László, Szőke László, Szűcs Endre, Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Bajzáth András, Csépe Ferenc, Horváth Gyula* csoporttitkárok.

Pilter Pál elnök megnyitotta a vezetőségi ülést s felkérte *Visnyovszky Lászlót*, hogy ismertesse az 1963. évi pályázatok eredményét, melyről lapunk más helyén számolunk be. A szakosztály vezetősége a jelentést tudomásul vette, majd *Pilter Pál* megköszönte a bíráló bizottság és *Visnyovszky László* fáradságos munkáját.

A napirend második pontjaként *Mester István* beszámolt a kovács szakcsoport munkájáról, a vezetőkkel *Latinák Istvánnal* és *Valjuch János* folytatott megbeszélésről. Többek hozzászólása után úgy döntött a vezetőség, hogy a legközelebbi kovácscsoport megbeszélésen az elnökség több tagja részt vesz. Továbbá, hogy az 1965-ben tartandó kovácskonferenciát támogatja és segíti. A vezetőség megállapította, hogy a kovácscsoport élénk tevékenységet fejt ki, ami dicséretet érdemel.

Ezután *Kondorai Egon* ismertette a vezetőség korábbi határozatainak végrehajtási helyzetét, mit a vezetőség megnyugvással vett tudomásul.

Pilter Pál elnök bejelentette, hogy a következő ülésükön *Mester István* a tűzállócsoport munkájáról fog jelentést tenni.

A napirend következő pontjaként *Gruber Imre* ismertette a lengyel és a keletnémet egyesületek ez évi rendezvényeit. A vezetőség úgy határozott, hogy a kohászati vállalatoknak segítséget nyújt, ha dolgozóikból néhányat az előadásokra el akarnak küldeni. Erről az érdekelt vállalatok vezetőit értesíti.

Ezután a budapesti tagság aktívahálózatának kiépítését beszélte meg a vezetőség, melynek alapján *Pilter Pál* megállapította, hogy a javaslatok alapján *Clauss Alajost* kéri fel a szervezésre.

Végül a vezetőség két jelentkező tag felvételéhez járult hozzá. *Á. F.*

*

Az OMBKE székesfehérvári csoportja 1964. II. 19-én vita-ankétot rendezett a könnyűfém hengereltáru szilárdságáról és mélyhúzhatóságáról.

Az ankétot *Horváth György* az OMBKE Székesfehérvári csoportjának titkára nyitotta meg. Üdvözölte a résztvevőket, majd felkérte *Laár Tibort*, az egyesület Fémkohászati Szakosztályának vezetőségi tagját a vita-ankét bevezetésére.

Laár Tibor tájékoztatásul közölte, hogy a szakosztály vezetősége arra törekedett, hogy az éves munkaterv az ipar műszaki fejlesztési programjához igazodjék. Ennek megfelelően rendezték meg ezt a vita-ankétot is, amelynek tárgyköre szorosan kapcsolódik az Inotai és Tatabányai Alumíniumkohók, a Kőbányai- és Székesfehérvári Könnyűfémművek, továbbá a Fémkutató közös tervében szereplő „Az ötvözetlen kohóalumíniumból készült hengereltáru minőségingadozásának csökkentése" című témához. Az ankét tárgyköre magában foglalja az ötvözetlen kohóalalumíniumból öntött hántolatlan hengerlési tuskókra vonatkozó — 1964. január 1-én egyéves próbaidőre életbelépett — új iparági háziszabványt is.

A vitaindító előadást *Schultheisz Gyula* tartotta. Az igen érdekes előadás, melyet lapunkban később közlünk, élénk vitát váltott ki. *Laár Tibor*

A hazai nemesacélgyártás fejlesztésének szempontjai és lehetőségei *

PÁLVÖLGYI ÁRPÁD okl. kohómérnök

DK 669.14.018.25.004.17(439)

Az általános technikai fejlődés törvényszerűen együtt jár a kohászati gyártmányokkal szemben támasztott követelmények növekedésével. Ezek a növekvő követelmények teszik szükségessé a különleges kohászati minőségjavító eljárások bevezetését és helyezik előtérbe a különleges kohászati gyártmányokat a nemesacélokat.

A nemesacélok a kohászat általános fejlődésének eredményei, gyártásukban általában a legtöbb kohászati minőségjavító eljárás szerepel. Általános követelménynek tekinthető az acél tisztasága (szennyezőkre, zárványokra, gázokra), a gyártmányok minőségének egyenletessége, alakhűsége és felületi minősége. Emellett a nemesacélgyártásban rendszerint szerepet kap az ötvözés, hidegalakítás, hőkezelés.

Nem lehet kétséges, hogy nemesacélgyártásunk színvonalának javítása — a minőség fejlesztése, a választék bővítése és a termelés növelése — ipari fejlődésünk egyik fontos feltétele. A fejlesztés mértékéről, irányvonaláról és módjáról azonban megoszlanak a vélemények. A vélemények eltérésének okait valószínűleg az alábbiakban kell keresnünk :

a) a nemesacélgyártásban elérni kívánt színvonal különféle megítélése,

b) az acélfelhasználás, a hazai acélgyártás és hazai nemesacélgyártás jövőbeli jelentőségének különböző értékelése,

c) nincsenek kellő alapossággal felmérve kohászati üzemeink nemesacélgyártási lehetőségei, nincs kiértékelve a közeli és távolabbi jövő követelményeinek figyelembevételével a régi üzemekben elérhető termelési színvonal,

d) félreértések terjedtek el a köztudatban a magyar kohászatban rekonstrukcióval elérhető eredményekről, a megvalósítás költségeiről, időszükségletéről és az elérhető termelési színvonalról.

Nemesacélgyártásunk jövőjének eldöntése nem tűr sokáig halasztást. A döntéshez az eddiginél sokkal egységesebb álláspont kialakítása szükséges. Ezért legyen szabad a megoldás lehetőségeinek tárgyalása előtt néhány olyan szempontra és irányzatra rámutatnom, amelyet feltétlenül figyelembe kell vennünk, ha kohászatunk versenyképességét biztosítani akarjuk és el óhajtjuk kerülni, hogy a kohászati termelés színvonala akadályozza tervezett nagymértékű általános ipari fejlődésünket.

A világ vaskohászatának irányzatai

Az acéltermelés rohamos növekedése jelzi egy ország, pl. Japán erős ütemű ipari fejlődését. Japán kohászatának nagyütemű fejlődése azért is érdekesebb, mivel még az ócskavas nagy részét is importálja.

Az angol United Steel Corporation kereskedelmi igazgatója tavalyi beszámolójában megismételte azt a régi megállapítást, hogy minél gazdagabb egy ország, annál több acélt használ fel, vagyis hogy az egy főre eső acélfelhasználás csaknem arányos az életszínvonallal.

A nyugatnémet kohászok gazdasági bizottsága ez évi közgyűlésén részletesen foglalkozott az acélfelhasználás alakulásával. Megállapították, hogy a műanyagok, könnyített szelvények és könnyű szerkezetek nem csökkentették az acélszükségletet, sőt az acél számára újabb felhasználási területeket nyitottak és nagyobb versenyképességet biztosítottak [1].

Az American Iron and Steel Institute (AISI) múlt évi kongresszusán pedig a kohászat helyzetének és eredményeinek elemzése után azt a megállapítást szűrték le, hogy az acél továbbra is a legsokoldalúbb, legtöbb célra használható és legolcsóbb szerkezeti anyag maradt és marad [1].

Az acél jelentősége az elkövetkező időkben nem csökken, az acélfelhasználásban egyelőre nem észlelhetők csökkenésre mutató irányzatok (*Waring* szerint ez 700 kg/fő, év körüli értéken várható).

A statisztika és a távlati elemzések eredményei azt mutatják, hogy a szocialista országok acéltermelése nagyobb ütemben fejlődik, mint a világ átlaga. A távlati tervekben előirányzott ipari fejlődés nálunk is feltétlenül növelni fogja az acélfelhasználást.

Az utóbbi évek fejlődése következtében a kohászat új iparág lett. Ezt az új technikai színvonalat főképp a kiterjedt elegyelőkészítés, óriás nagyolvasztók, oxigénes acélgyártás, folyamatos öntés, mechanizált és automatizált hengersorok jellemzik.

Az új technika bevezetése Kosztyenszkij szerint a beruházási és termelési költségekben kb. 15% megtakarítást hoz [14].

Tájékoztatásul tanulságos a nyugat-európai országok kohászati fejlesztési programjának vizsgálata. Ezek az országok igen nagy erőfeszítéseket tesznek kohászatuk kapacitásának és versenyképességének biztosítása érdekében. A Montánunió az 1959—64. években évenként több mint 1 milliárd $-t fordít a kohászat fejlesztésére. Ha ezt az értéket az acéltermeléshez viszonyítjuk, az 1962. évi acéltermelés minden tonnájára évenként több mint 1000 Ft beruházás jut. A fejlesztés jellemzője, hogy a kisebb acéltermelésű országok viszonylag többet költenek kohászatukra.

A kohászati technika általános fejlődése feltétlenül éreztetni fogja hatását a mi termékeink versenyképességén, mind a minőség, mind az önköltség szempontjából. A most kialakuló, átfogó baráti kooperáció és a feltétlenül szélesedő általános nemzetközi kapcsolatok egyrészt talán enyhíthetik gondjainkat, mivel lehetővé tehetik figyelmünk összpontosítását egyes súlyponti fel-

* Az előadás elhangzott 1963. IX. 6-án Balatonszéplakon rendezett III. Kohászati Szabad Egyetem alkalmából.

adatokra, ugyanakkor azonban a beruházásainkkal és termelésünkkel szemben támasztott követelményeket is növelik.

A nemesacélgyártás műszaki fejlődése világviszonylatban

A nemesacélgyártó üzemekben ma kétféle fejlődési irányzat észlelhető. A hagyományos, szakosított nemesacélművek fejlődése fokozatos, a hagyományosnak nevezhető gyártási módszereket lépésenként egészítik ki, korszerűsítik. Ezeknek az üzemeknek a képére, jellegére hosszú időn át az eredeti technika nyomja rá a bélyegét. Újabb üzemekben gyökeresen új technikát alkalmaznak, szakítva a hagyományos módszerekkel.

A hírneves, régi nemesacélgyártó cégek is alapvető változtatásokat végeznek eredeti berendezéseiken, eljárásaikon. A Schoeller—Bleckmann cég például a versenyképesség fenntartása érdekében 45 t-ás, elektronikusan programozott elektrokemencét és folyamatos öntőberendezést létesített. Sandvikenben az eredeti, 100 000 t/év kapacitás fenntartása mellett korszerű blokksort és folytatólagos abroncssort állítottak fel. A Poldi nagy teljesítményű tuskóhántoló üzemet és több korszerű hengerművet létesített. A Hoforsban és Fagerstaban létesített korszerű, kombinált rúd-drótsorok ma már hagyományosnak számítanak. Az Elektroszalj gyárban a gyorsacélt ma már kovácsolás helyett blokksoron hengerlik (az anyagfelhasználás 1630-ról 1310 kg/t-ra javult). Novo-Lipeckben folyamatos öntőművet és Steckel-lemezsort létesítettek. Svédországban a közelmúltban helyeztek üzembe egy nemesacél durvalemezsort, a közeljövőben folytatólagos nemesacél szélesabroncs sort építenek [2]—[6]. A nagymultú nemesacélművek így részleges rekonstrukciók, nagy tapasztalatuk és kiterjedt kutatószervezeteik segítségével érnek el igen jó eredményeket és tartják versenyképességüket, főleg néhány különleges termékük révén.

Az alapvetően korszerű nemesacélgyártásban azonban általánosan kell a korszerű, nagyüzemi gyártás alapelveinek érvényesülniük. A manufakturális jellegű termelési módszerektől való elszakadást az újabb idők ipari és társadalmi fejlődése is szükségessé teszi, még ha több nehézséggel és kockázattal jár is, mint a hagyományos utak folytatása. A nemesacéltermelés mérve nő, túlnövi a régi termelési színvonallal elérhető kereteket. Kevés gyárnak és egyetlen országnak sincs kellő számú, nagy tapasztalatú szakembere. Egyre nehezebb a nem mechanizált termeléssel járó nehéz fizikai munka fenntartása. Másrészről pedig a műszeres ellenőrzéssel, korszerűen kivitelezett, mechanizált (és részben automatizált) üzemekben egyenletesebb minőségű, a szubjektív tényezőkre kevésbé érzékeny termék állítható elő és gazdaságosabb termelés valósítható meg, mint az állandó személyes beavatkozást kívánó módszerekkel [7].

A korszerű nemesacélgyártás egyik alapvető jellemzője, hogy az egyébként másodlagos jelentőségű műveletek előtérbe kerülnek, beilleszkednek a folyamatos gyártás menetébe (pl. betétösszeállítás, salakvezetés, vákuumozás, oxigén használata, tuskó- és bugaelőkészítés, különleges hevítési és hűtési módszerek, hőkezelés stb.). E műveletekben is érvényesül a gyártás folyamatossá tételére való törekvés és előtérbe kerül a termelékenység növelése (izzó állapotban végzett tisztítás, átfutó pácolás és hőkezelés stb.).

Jelentősen fejlődnek természetesen a gyártás alapműveletei is. A nemesacéloknak egyre kisebb részét állítják elő villamoskemencében, egyre növekszik az SM-kemencékben és újabban az oxigénes konverterekben gyártott nemesacélok mennyisége. (Amíg ma nálunk a nemesacélok $^2/_3$-át, az Egyesült Államokban csak $^1/_3$-át gyártják elektrokemencében.) Általános jelenség a villamoskemencék befogadóképességének növekedése (30—60 t-ig), a különleges villamos kemencék (indukciós, vákuumos stb.) és a különleges acélgyártó eljárások elterjedése.

A korszerű nemesacélgyártásban a tuskósúlyok növekedése (5—10 t-ig), különleges (behúzott aljú, Gattmann-típusú stb.) kokillatípusok kialakulása és a kihozatalt 8—10%-kal javító exoterm masszák használatának terjedése figyelhető meg. A nagyobb tuskók egyenletes minőségű előállítása természetesen nagyobb feladatot támaszt az acélgyártókal szemben, de messzemenő előnyöket jelent a gyártás gazdaságossága és termelékenysége szempontjából. A tuskósúlyok növekedése azonban csak átmeneti megoldás, mivel a folyamatos öntés a nemesacélgyártásban a tuskóöntést és a blokksorokat minden bizonnyal általánosan kiszorítja. (A Concast-cég 1952—64 között 16 berendezést szállít ötvözött acélok folyamatos öntésére, 50 □—150×1320 mm méretekhez, 5—70 t üstbetétre) [5].

Az előnyújtásban egyébként a kovácsolással szemben előtérbe kerül a hengerlés. A legújabb ismeretek szerint az összes alakítható ötvözött acél hengerelhető is, ha a hengerlés körülményeit megfelelően választjuk meg (kis sebesség, viszonylag nagy nyomások) [2], [8], [9].

A rúd- és dróthengerművekben a széles program, nagy szúrásszám, az egy eres és huroknövekedés nélküli hengerlés, a különleges állványkiképzés és nagymértékű mechanizálás a korszerű nemesacélgyártás alapfeltétele. Nagy jelentőséget nyer a szabályozott hevítés, a hengerlés közé beiktatott revementes utánhevítés, a darab hőmérséklet és hűtés szabályozása.

A lemezgyártás legkorszerűbb módja a félfolytatólagos szélesabroncssoron végzett meleghengerlés és hideghengerlés sokhengeres szalagsoron [3]. A nemesacéllemezsor alapvető követelményei a felület igen gondos tisztítása, a megfelelő hevítés és utánhevítés, az erős állványkiképzés, a darab-hőmérséklet és sebesség pontos szabályozásának lehetősége. A nagy termelékenységű sorokon a kisebb tételek gyártása azonban még megoldásra vár. Finomlemez tábla alakban való előállítására ma már nem építenek hengerműveket, az elavult üzemek pedig erre a célra nem alkalmasak.

A nemesacélművek kikészítő üzemeiben észlelhető talán leginkább a korszerű fejlődés. A különleges pácolási módok és hőkezelések, a felület-

javító eljárások, a darabolás, vizsgálat és csomagolás technikája ma már külön tudománynak nevezhető. Mindezek helyszükséglete igen nagy. Az üzemnek ez a része még a legelavultabb gyárban is a legkorszerűbb. A legszínvonalasabb kikészítési módok nem nélkülözhetők a korszerű nemesacélgyártásban, mert a kikészítés hiányosságai teljes egészében a felhasználó iparban éreztetik hatásukat.

A nemesacélgyártás örökös problémája a termelés kis mennyisége és a tételek elaprózottsága. A nemesacélok mennyiségének növekedése, a gyártás összevonása egyetlen üzembe, a megfelelő készletgazdálkodás és kooperáció oldhatják meg ezeket a kérdéseket és segíthetik elő a hagyományos, kistermelékenységű módszerekről a nagyüzemi termelésre való áttérést. Ezért korszerű nemesacéltermeléshez nemcsak a műszaki feltételek biztosítása, hanem igen sok, nagy térre kiterjedő szervező munka is szükséges. A korszerű nemesacéltermelést feltétlenül segíti iparunk termelésének növekvő mennyisége és specializálódása.

A korszerű nemesacélgyártásban kell érvényesülnie leginkább a tudomány és termelés közvetlen kapcsolatának. Állandó fejlesztő tevékenység nélkül színvonalas termelés el sem képzelhető. A rendszeres ellenőrzés, a gyártmányfejlesztés és kutatás fokozatosan közeledik egymáshoz és mindinkább szerves részévé válik a termelésnek.

A termelési színvonal jelentőségét a nemesacélgyártásban egy konkrét példán keresztül is érzékeltetjük. Egy nyugatnémet kohóműben a nemesacélgyártás gazdaságosságát vizsgálták. Ebben az üzemben 1000 kg folyékony acélból 813 kg hengerelt tömegacél árut állítanak elő. Automataacél gyártásakor a szokásos eljárással nyerhető hengerelt áru 572 kg, ebből az eredeti minőségre azonban csak 381 kg adható, a többi leminősítésre kerül. Az üzemi eredmény ebben az esetben a tömegacéltermelésnek csupán 75%-a.

A gyártás színvonalának emelésével az összes hengerelt áru 743 kg-ra, az automata minőség 667 kg-ra növelhető. Az üzemi eredmény ebben az esetben a tömegacélgyártásénak 1,58-szorosa [10].

A nemesacélgyártásban világszerte érvényesülő műszaki irányelvek fejlődését azért tartottuk szükségesnek az előzőkben felvázolni, mert hazai nemesacélgyártásunk távlati fejlesztése a világszínvonal figyelembe vétele nélkül helytelen vágányokra terelődhetne.

A hazai nemesacélgyártás jellemzése

Pártunk gépipari határozata a gépipar helyzetének felmérését és nagymértékű fejlesztését tűzte ki feladatul. Ez a határozat abból a helyes felismerésből származott, hogy a korszerű ipar alapja a fejlett gépipar. A következő tervidőszakok a magyar ipar szerkezeti átalakítását, a nálunk célszerűen fejleszthető iparágak igen jelentős fejlesztését valósítják meg. A termékek és a termelési módszerek korszerű, sőt élenjáró színvonalához — még jelentős nemzetközi kooperációval is — magasszínvonalú gépgyártás és szilárd acéllellátás szükséges. Az általános termelési színvonal korszerűsége megköveteli, hogy a kohászatban is érvényesüljenek a korszerű termelés alapelvei. Ezért kohászatunkban — és így nemesacélgyártásunkban is — gyökeresen új termelési módszereket kell megvalósítanunk.

A jelen fejtegetésnek nem lehet feladata a kohászati import és hazai gyártás célszerű arányának elemzése. A hazai gyártás növelésének realitása minden esetre annál nagyobb, minél hatékonyabb beruházásokat és gazdaságosabb termelést tudunk megvalósítani. A legkevésbé vitatható azonban azoknak a termékeknek hazai gyártása, amelyek értékében az importhányad és a termelési költség a legkisebb, a gyártási tapasztalat és a szellemi munka hányada pedig a legnagyobb. Ezek a termékek a nemesacélok. A nemesacél hengerelt áruk árának az önköltség csupán 50—60% át, a devizatartalom pedig 15—17 % át teszi ki (ez utóbbi tömegacélnál 35—40%) [11], [12].

Nem helyeselhető a jövő szempontjából az a nézet, amely szerint az elavult, kistermelékenységű berendezések nemesacélgyártásra célszerűen felhasználhatók. Igaz ugyan, hogy a nemesacéltermelésre való áttérés legkisebb kapacitáscsökkenéssel az elavult berendezésekkel jár, de a korszerűtlen berendezések műszaki és minőségi hátrányai éppen a nemesacélokkal a legjelentősebbek (rosszabb anyagfelhasználás, gyengébb felületi minőség, nagyobb tűrésmező stb.), s emellett még a kapacitásuk sem kielégítő.

Nem biztos, hogy helyes úton járunk, amikor nemesacél-termelésünket elsősorban berendezések átépítésével kívánjuk fejleszteni. A ma elterjedt nézet szerint az iparfejlesztés célszerűbb módja — új üzemek létesítésével szemben — a rekonstrukció. Érthetően jó hatásfokú ez a fejlesztési módszer, ha az egyébként korszerű gyártási folyamatban néhány kulcsberendezés teljesítményét és színvonalát növeli. Ebben az esetben ugyanis a szűk keresztmetszetek megszüntetésével a termelőegység egészének teljesítménye növelhető.

Kohászati üzemeink fejlesztésekor azonban rendszerint nem erről van szó. Üzemeink igen régi, elavult telepítésűek. Berendezéseiken kívül gyártási módszerük, anyagmozgatásuk, kiszolgáló üzemeik és elrendezésük is nagyrészben korszerűtlenek. A kohászati üzem korszerűsége pedig többnyire az elrendezéstől függ. A megvalósítható rekonstrukció éppen ezért — különösen a nemesacélgyártásban — általában nem vezet korszerű, kifogástalan munkájú üzemhez. Mivel jelentős termeléskieséssel, bontással és előre nem látható akadályoztatásokkal kell számolni, a rekonstrukció gyakran többe kerül, mint egy világszínvonalon álló új üzem. A rekonstrukció megítélésekor nem szabad figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a korszerű kohászat nem jelentős munkaerőfelvevő iparág, tehát nem oldhatja meg egyes területek foglalkoztatottságát.

Hazánkban a nemesacélgyártásnak jelentős hagyományai vannak, korszerű színvonalon termelő jelentősebb nemesacélművünk azonban nincs.

A nemesacél 60%-át a Lenin Kohászati Művek, 20%-át a Csepeli Acélmű gyártotta. Igen jelentős fejlesztési munkák folynak a Csepeli Acélműben, a Kőbányai Vas- és Acélöntödében, a Vasipari Kutató Intézetben. Ezek azonban egyelőre kis tételekre és főleg az acélgyártás területére terjednek ki.

A fejlesztések legfontosabb alapkövetelménye az elkövetkező időkben az átfogó, egységes irányvonal. Eddigi fejlesztéseink ugyanis nagyrészt helyi kezdeményezésre, rövidtávú problémák megoldására születtek, bizonyítva egyes szakembereink és vállalataink cselekvőkészségét és hozzáértését. Ezek a fejlesztések mégsem hozhattak általános színvonalemelkedést és nem adhatnak alapot a tervszerű, nagyobb távlatú fejlesztésre. Az össze nem hangolt kezdeményezések a fejlesztési költségek elaprózódására és nem a leggazdaságosabb felhasználására vezetnek. Ezért mindenekfelett álló határozott irányvonal kijelölése, illetve ennek következetes végrehajtása szükséges.

Átmeneti jellegűnek kell tekinteni azokat az önmagukban helyes kezdeményezéseket is, amelyek a feldolgozó ipar egyes kisebb, de kényszerítő erejű igényeit a tényleges lehetőségeket meghaladó erőfeszítéssel, lényegében az egyedi gyártás módszereivel elégítik ki [12].

A nemesacélgyártás fejlesztésében az egyik legnagyobb nehézséget az okozza, hogy éppen azokban a termékcsoportokban kell jelentősebb fejlődést elérnünk, amelyekben általános kapacitáshiány mutatkozik, illetőleg a megoldandó feladatok a legnagyobbak (pl. finom-drótsori áruk, csövek, lemezáruk). Ez a körülmény is nehezíti meglevő berendezéseinknek fokozottabb nemesacéltermelésre való átállítását.

Nemesacélgyártásunk fejlesztési feladatai

Nem vitatható, hogy a nemesacéltermelés fejlesztésekor nem lehet minőségi engedményeket tenni, a termékek minőségében a világszínvonalat kell mértékadónak tekinteni. A versenyképesség egyik feltétele, hogy néhány nemesacéltermékből élenjáró eredményeket is el kell érnünk. A termelés gazdaságossága, a szakemberek felkészültségének legjobb kihasználása (a várható szakemberhiány) és a terhes fizikai munka elkerülése egyaránt a korszerű technika alkalmazását teszik szükségessé. Nem lehet kielégítő, ha egyes részfeladatok különlegesen gondos megoldására törekszünk. A cél a biztonságos, üzemszerű gyártás megvalósítása a teljes gyártási folyamatban.

El kell vetnünk azt a még itt-ott fennálló szemléletet, amely a nemesacélgyártást csupán acélgyártási feladatnak tekinti. A jelenleginél lényegesen nagyobb figyelmet kell fordítanunk a termékválaszték korszerűsítésére.

A nemesacélgyártásban is átgondolt, összehangolt fejlesztési irányvonalra van szükség, óvakodni kell a tovább nem fejleszthető, korlátozott kapacitású bővítésektől. Ezek ugyanis a további fejlesztést akadályozzák és könnyen az egész nemesacélgyártás ütőképességét veszélyeztethetik.

A fejlesztési javaslatok kidolgozásához szükség van a várható igények becslésére, mind a termelés volumene, mind a termékeloszlás szempontjából.

A világstatisztikai adatok elemzése viszont azért célszerű, mivel olyan irányzatokra hívja fel a figyelmet, amelyek a fejlettebb iparú országokban már jelentkeznek és amelyekre bizonyosan nálunk is számítani kell. A hazai fogyasztóktól begyűjtött adatok látszatra jobban alkalmazkodnak a konkrét hazai viszonyokhoz, de a tapasztalat szerint a felhasználók kevéssé ismerik távlati igényeiket. A felhasználók mennyiségi és minőségi igényeiben mutatkozó bizonytalanság egyébként nemesacélgyártásunk és egész kohászatunk fejlesztésének egyik legnagyobb problémája.

Nemesacélfelhasználásunk — becslésem szerint — 1980-ig a jelenleginek 3,5-szörösére növekszik.

A termékeloszlás várható alakulását szemléltesse az *1. táblázat* [12].

1. táblázat

Termékeloszlás várható alakulása

Termékcsoport	A jelenlegi termelés megoszlása	A jelenlegi felhasználás megoszlása	Az 1980. évi igény megoszlása	Az igények növekedése
	%			
rúdáru	32	30	32	3,7
drót	1	1	9	40,0
laposáru	14	20	28	5,0
cső	2	2	8	14,0
kovácsolt áru	31	28	12	1,5
öntvény	9	8	5	2,2
féltermék	11	11	6	1,9

Amint látható, a legnagyobb feladatokat a hengerelt áruk és csövek gyártásában kell megoldani, mivel ezekből várható a legnagyobb igénynövekedés. Ez a tendencia egyébként megfelel a fejlett ipari országokban tapasztalható irányzatoknak és az ipari struktúra korszerűsítésének.

Az öntvények és kovácsolt áruk termelésének növelésével és korszerűsítésével az öntödei program és a kovácsművek fejlesztési programja foglalkozik.

A csőgyártás fejlesztésének célszerű módja egyértelműen eldönthető. A varratnélküli nemesacélcsövek gyártására feltétlenül a Csepeli Csőgyárnak kell felkészülnie. A meleghengerlés a korszerűsített csőhengersorokon elvégezhető, ezek fejlesztéskor a nemesacélok különleges igényeit figyelembe veszik. A különleges kikészítőüzemek (lágyító és hőkezelő berendezések, hidegpilgerállványok, hidegvonás, polírozás stb.) számára külön üzemrészt kell létesíteni. Csepel fő nemesacélprofilja — már csak az egyedülálló csőgyártási hagyományok miatt is — feltétlenül a cső lesz.

A hegesztett csövek alapanyagát a lapos árukkal együtt kell előállítani. A csőhegesztő berendezések számának szaporításával a csőhegesztés rugalmasan növelhető. Jelenleg a Kőbányai Vas-

és Acélöntöde már foglalkozik hegesztett saválló csövek gyártásával, gyártási tapasztalatuk a nagyobb mennyiségű gyártás megbízható alapját képezheti.

A hengerelt rúdárugyártás fejlesztése elvileg két módszerrel oldható meg. Az ország már ma is jelentős mennyiségű nemesacélrúdárut gyárt. Kézenfekvőnek látszik, hogy a fejlesztés egyik módja a meglevő kapacitások bővítése és rekonstrukciója. A másik megoldás új nemesacélmű létesítése.

Jelenlegi rúdárutermelő üzemeinkben, a Lenin Kohászati Művekben és a Csepeli Acélműben kétségen kívül lehetséges a jelenleginél nagyobb nemes acéltermelés, ennek mértéke azonban egyik üzemben sem korlátlan.

A nagyobb termelés elérésének feltétele mindkét üzemben igen tekintélyes és költséges rekonstrukció elvégzése. Az acélművekben a kapacitásokat az optimálisnál nagyobb mértékben kell fejleszteni. Ez elsősorban a jelenlegi acélművekben elérhető technikai színvonalra és a sokak által vitatott célszerűségű csepeli acélművi fejlesztésre vonatkozik. Új alapokon kell megoldani a tuskó- és bugatisztítást, a megfelelő hevítő- és szabályozott hűtőkapacitás biztosítását. A jelenleg meglevő készhengersorokon a szükséges készárumennyiség elvben legyártható, a gyártás műszaki és gazdasági hátrányai miatt ez a megoldás azonban már kisebb távlatra sem javasolható. A hengersorok átépítésének költségei pedig alig kisebbek, mint egy új, korszerű hengersor beruházási igényei.

A kikészítő üzemeket a hengersorok mellett mindenképpen teljesen újonnan kell felépíteni.

A jelenlegi üzemek nemesacéltermelésének fejlesztése mindazon hátrányokkal jár, amelyek a hazai kohászat rekonstrukcióját általában jellemzik. Ez a módszer ellentétben áll a nagyobb távlatra szóló rugalmas fejlesztés elvével. Hosszú időre megmerevít egy olyan termelési összetételt és színvonalat, amely mind a nemesacél-, mind a tömegacéltermelés szempontjából hátrányos. A kohászat fejlődésének helyes irányvonala pedig a gyáranként minél egységesebb, egyneműbb programra való törekvés.

A nemesacél-rúdárutermelést egy helyen célszerű megvalósítani. Így a szellemi és gazdasági erők összpontosításával, a technikai feltételek biztosításával a legkorszerűbb gyártási színvonal valósítható meg. Ez a gyár az igények és lehetőségek szerint fokozatosan építhető ki. Itt nagy befogadóképességű villamos kemencék, a szükséges különleges kemencék és berendezések, valamint nem villamos kemencék használhatók. Ki lehet használni a folyamatos öntés és a korszerű feldolgozási módszerek összes előnyeit.

Nagyobb mennyiségű nemesacéllemez gyártására a hagyományos táblalemezgyártó hengersorok nem alkalmasak. A még versenyképesnek mondható mechanizált finomlemezsorok beruházási költségei pedig alig térnek el a legkorszerűbb, félfolytatólagos sorokétól. Hazai finomlemez-hengersoraink azonban kielégítő színvonalra nem hozhatók, ezeket távlatban nemesacélgyártásra nem lehet figyelembe venni [12].

A lemezgyártás fejlesztésének első lépcsője ezért a Dunai Vasműben a nemesacélgyártás feltételeinek megteremtése, korszerű acélművel, megfelelő hevítőkapacitás biztosításával, a féltermék tisztításának megoldásával, az előnyújtás korszerűsítésével, önálló üzemrészben megfelelő pácoló, hőkezelő és felületjavító eljárások bevezetésével. Így — átmeneti jelleggel — a DV-ben jelentős mennyiségű, főleg nagyobb tételű nemesacéllemez gyártható, a meleg- és hideghengermű hengersorain a tömegacélprogram rovására. Ez az átmeneti megoldás sem egyszerű, mert nem lehet mellőzni azokat a korszerű berendezéseket (bugatisztító, különleges pácoló- és hőkezelősorok stb.), amelyek a termék megfelelő minőségét biztosítják.

A későbbiekben az önálló nemesacellemezgyártás megoldása látszik szükségesnek. A DV tipikusan tömegtermelő jellegű üzem, ennek előnyeit mindenkor a lehető legnagyobb mértékben ki kell használni [13]. Amint a termelés mennyisége növekszik, a nemesacél annál inkább zavarja az alapvető programot. Ezenfelül sem a meleg-, sem a hideghengermű hengersorai nincsenek a nemesacélgyártás speciális követelményeinek megfelelően kialakítva. A későbbiekben ezért a lemezgyártásban is be kell vezetni a folyamatos öntést, önálló nemesacélhidegszalagsor (sokhengeres kivitelben), majd pedig egy önálló nemesacél — (meleg) — szélesabroncssor szükségességével kell számolni.

A lemezgyártás és az új technikai bázison végzett rúdacélgyártás igen sok és nagymértékű előkészítő munkát kíván. Minden bizonnyal hosszabb időt vesz igénybe a megfelelő színvonalú, biztonságos gyártás elérése. Éppen ezért szükséges a fejlesztés mielőbbi elkezdése és az erők összpontosítása. A legsürgetőbb a szellemi előkészítőmunka megkezdése; a gyártási tapasztalatok gyűjtése, a tudományos előkészítés és a feladatok körvonalazása (tervezés).

Összefoglalás

Azok a szempontok, amelyek a nemesacélgyártásban a termelési költségek alakulását helyezik előtérbe és a korszerű termelési színvonalat a biztonságos és megfelelő minőségű nemesacélgyártás feltételeként jelölik meg, mind a rúdárugyártásban, mind a lemezgyártásban új termelőbázis létesítését teszik szükségessé. A rúdárugyártásban ezt nálunk régi üzemeink célszerűtlen telepítése, elavult hengersoraink és a legnagyobb mennyiséget jelentő finomdrótsori árukban mutatkozó általános kapacitáshiány is alátámasztják. Jelenlegi nemesacéltermelő üzemeink nemesacélgyártó kapacitása várhatóan nem fejleszthető az igényeknek megfelelően. A lemezgyártásban a platina-táblalemezgyártó eljárással már le nem gyártható mennyiségekre és a folyamatos gyártásmód előnyeire való tekintettel gyökeresen új gyártási módszerek bevezetése indokolt.

Az acélmű legmegfelelőbb kialakítása és kihasználása, a közös technikai feltételek a bugagyártásban, a közös acélminőségi, ellenőrzési és

fejlesztési kérdések, a szakemberek ismereteinek és a beruházás lehetőségeinek összpontosítása közös nemesacél rúd- és lemezgyártóbázis kialakítását helyezik előtérbe.

Az új nemesacélmű — a lemezgyártás elkerülhetetlen átmeneti megoldására való tekintettel — legelőnyösebben a DV mellé telepíthető.

Nem szabad azonban elfeledkeznünk arról, hogy az átmeneti időszakban a jelenlegi üzemek nemesacéltermelésének fejlesztésére is szükség van. Ezeknek azonban sem időben, sem pénzügyileg nem szabad a végleges fejlesztést akadályozniuk. Minél rövidebb ideig tart az átmeneti időszak, annál kisebbek az ebből származó problémák. Mivel a legnagyobb hiányosságok jelenleg a kikészítésben mutatkoznak, a fejlesztéseket korszerű kikészítőüzem létesítésével célszerű kezdeni.

IRODALOM

[1] *Sohl, H. G.:* St. u. E. 1963. évf. 900. old.
[2] *Akajev, N. V.:* Sztalj, 1960. évf. 2. sz. 731. old.
[3] *Sapiro, B. Sz.:* Sztalj, 1960. évf. 8. sz. 722. old.
[4] A Sandvikens Jernwerks Ty 800 sz. katalógusa, 1957.
[5] A Schloemann—Concast cégek W 9/411. sz. ismertetője. 1963.
[6] Blech, 1963. évf. 541. old.
[7] *Müller, H :* St. u. E. 1948. évf. 1611. old.
[8] *Spenlé, E. A.:* St. u. E. 1949. évf. 443. old.
[9] *Wallquist, G.:* Jernkontorets Annaler, 1930. évf. máj. 31. sz.
[10] *Peters, H.:* St. u. E. 1960. évf. 28. old.
[11] A KGMTI nemesacélművi vitaindító tanulmánya. 1962.
[12] Az OMFB nemesacélgyártás-fejlesztési tanulmánya. 1963.
[13] A KGMTI Dunai Vasmű távlati fejlesztési terve.
[14] *Kosztyenszkij, K.:* Ekonomicseszkaja Gazeta, 1962. évf.

Egyetemi hírek

A Kohómérnöki Kar 1964. február 1-i kezdettel három szakterületen szakmérnökképzést indított. Az öntő szakmérnöki szak oktatása *dr. Simon Sándor* egy. tanárnak, a Vaskohászattani Tanszék vezetőjének és dr. *Nándori Gyula* egy. docensnek, mint szakvezetőnek az irányításával, a hőkezelő szakmérnöki szak oktatása dr. *Verő József* egy. tanárnak, a Metallográfiai Tanszék vezetőjének és dr. *Káldor Mihály* egy. docensnek, mint szakvezetőnek az irányításával, a forgácsnélküli alakítás (meleg) szakmérnöki szak oktatása pedig *dr. Geleji Sándor* egy. tanárnak, a Kohógéptani és Képlékenyalakítási Tanszék vezetőjének és *dr. Kiss Ervin* egy. docensnek, mint szakvezetőnek az irányításával folyik.

A szakmérnökképzés időtartama 2 év. Az oktatás levelező formában folyik, melynek keretében a hallgatók félévenként 3 alkalommal (kétszer három napot, egyszer négy napot) az egyetemen tartózkodnak, ahol előadásokat hallgatnak, illetve gyakorlatokat végeznek. A 2. év után diplomaterv-feladatot készítenek a hallgatók, majd az államvizsga letételével szakmérnöki diplomát kapnak.

*

Dr. Polinszky Károly egyetemi tanár, művelődésügyi miniszterhelyettes, Műszaki Felsőoktatási Főosztály vezetője, a Műszaki Egyetemi Osztály vezetője, a Beruházási és Tervfőosztály, valamint a Pénzügyi Osztály vezetői kíséretében meglátogatta egyetemünket.

A látogatás során rendkívüli rektori tanácsülésen megvitatták az egyetemet érintő fontosabb problémákat.

*

Dr. Fuchs Erik okl. kohómérnököt, a Metallográfiai Tanszékre, *Sziklavári János* okl. kohómérnököt pedig a Vaskohászattani Tanszékre febr. 1-i hatállyal másodállású adjunktussá nevezték ki.

*

Kaftanov, Sz. V. a Mengyelejevről elnevezett moszkvai kémiai-technológiai intézet rektora és *Krasenyinyikov, Sz. A.* az intézet professzora magyarországi tartózkodása során látogatást tett egyetemünk Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén.

*

Destival, Claude a Nancy-i Bányászati és Kohászati Főiskola rektorhelyettese a két egyetem közötti kapcsolatok felvétele céljából 1964. febr. 4-én egyetemünkre érkezett és látogatást tett az egyetem rektoránál, valamint a Bányamérnöki Kar és a Kohómérnöki Kar dékánjainál.

*

Dr. Nándori Gyula másodállás, adjunktust 1963. aug. 1-i hatállyal egészállású docenssé nevezték ki a Vaskohászati Tanszékre.

Farkas Ottó

Műszaki eseménynaptár

Máj. 2. 445 éve (1519) halt meg *Da Vinci, Leonardo* a renaszánsz legsokrétűbb alakja (szül. 1452), aki festő, szobrász, természettudós, mérnök és feltaláló volt egy személyben.

2. 30 éve (1934) halt meg *Lebegyev, Szergej Vasziljevics*, szovjet vegyész, a Szovjet Tudományos Akadémia tagja (szül. 1874), a mesterséges kaucsuk előállítója.

5. 110 éve (1854) született *Szlavjanov, Nyikolaj Gavrilovics* orosz mérnök (megh. 1897), a fémpálcás ívhegesztés feltalálója.

6. 150 éve (1814) született *Koszta Károly* magyar mérnök (megh. 1880), a golyószóró egyik feltalálója.

8 310 éve (1654) mutatta be *Guericke, Otto* természettudós (1602—1686), híres félteke kísérletét a légüres tér bizonyítására.

8. 170 éve (1794) halt meg *Lavoisier, Antoine Laurent* francia tudós (szül. 1743), a modern vegytan megalapítója.

9. 10 éve (1954) halt meg *Sklenár János* magyar vegyészmérnök (szül. 1884), az egyik legnagyobb teljesítményű robbanómotor, a gömb tolattyús csillagmotor feltalálója.

9. 50 éve (1914) halt meg *Thoussaint Héroult, Paul Luis* a róla elnevezett villamosívkemence feltalálója.

10. 55 éve (1909) halt meg *Böckh János* magyar bányamérnök (szül. 1840), a Földtani Intézet igazgatója, a hazai petróleumkutatás kezdeményezője.

12. 280 éve (1684) halt meg *Mariotte, Edme* francia fizikus, a francia Akadémia egyik alapítója (szül. 1620), a Boyle—Mariotte-féle gáztörvény (minden gáz térfogatának és nyomásának szorzata egyenlő) egyik megalkotója.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.). Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336-309.

Nagyszilárdságú olajbányászati csövek gyártásának fejlesztése*

SPITKÓ ERNŐ
Csepeli Csőgyár

DK 622.323:621.643.23.001.2

Korunk technikai fejlődése, a termelőerők növekedése mindinkább napirendre tűzi az energiaforrások erőteljesebb felkutatását és kiaknázását.

Az energiaforrások között mind nagyobb jelentőségű az ásványolaj és a földgáz. Az Amerikai Egyesült Államokban például 1965-re az összes energiaszükségletet 74%-ban ásványolajból és földgázból fogják kielégíteni.

Az energiahordozók közül hazánkban is az ásványolaj és a földgáz egyre nagyobb szerepet kap. Becslés szerint 1965-re az összes energiaforrás közül az olajra és gázra 28%, 1970-re 37%, 1980-ra 52%-os felhasználás esik.

Világviszonylatban 1965-re az energiaellátásban az olajnak, gáznak kb. 50%-os részesedése várható.

Az olajiparban egyre nagyobb mélységekig fúrnak, egyre nagyobb fúrási teljesítményeket érnek el. Míg 1960-ban az átlagos fúrásmélység 1600 m volt, ma már 8000 m-t is elértek és 1965-re a 3000 méternél mélyebb kutak fúrása várhatóan az összes fúrás 8,5%-a lesz.

Mindezek magyarázatul szolgálnak arra, hogy miért emelkedik világszerte a kereslet olyan olajkútbéléscsövek, termelőcsövek és fúrórudazatok iránt, melyek jobban terhelhetők s emellett aránylag csekély súlyúak, tehát nagyobb a szilárdságuk, tökéletesebbek a csőkötéseik és amelyeknek üzemi biztonsága a szigorúbb minőségi ellenőrzés révén magas fokú, és lehetővé teszi a biztonsági határon belül a legnagyobb mértékű kihasználásukat.

Milyen műszaki követelményeket támaszt a mélyfúrás pl. a béléscsövekkel szemben? A fő igénybevétel a tengelyirányú húzófeszültség a csőben és a menetkötésben. A külső nyomás a csövet összelapításra veszi igénybe, a belső nyomás szétrepeszteni igyekszik.

Mivel az adott típusú béléscső terhelhetősége az anyagának folyási határával és szakítószilárdságával, szilárdsági és mechanikai tulajdonságával jellemezhető, a nagyobb terhelhetőséget, a nagyobb teljesítményt a nagyobb szilárdságú acélok felhasználásával lehet elérni. Ha ilyen acél nincs, csak úgy lehetne mélyebbre fúrni, hogy a biztonságot csökkentjük, vastagabb falú, vagy vastagított végű csöveket használunk. De ha figyelembe vesszük, hogy a fúrási mélységgel rohamosan nő a csőtörések által okozott kár veszélye, akkor nyilvánvalóvá válik a nagyszilárdságú csövek gyártásának sürgető szükségessége.

Mit értünk tulajdonképpen nagyszilárdságú csövek alatt?

1930-ban az API[1] szabványok bevezették a *Grade D* acélfokozatot 38,5 kp/mm² folyáshatárral és 67 kp/mm² szakítószilárdsággal. Akkor ezt a minőséget nevezték nagyszilárdságúnak. Sokan azt tartották, hogy ezzel az acéllal sikerült biztosítani a 3000 m-es maximális fúrható mélységet és ezzel a mélyebbre való fúrás további lehetőségei meg is szűntek.

Mit értünk ma nagyszilárdságú csövek alatt?

Az 56 kp/mm² és ennél nagyobb folyáshatárú bélés- és termelőacélcsöveket nevezzük így. Ezeket N 80, P 105 és P 110 anyagjelöléssel nevezi az API szabvány. A fúrórudazatok osztályában az 52,5 kp/mm² folyási határú E fokozat tartozik ebbe a kategóriába. Az N 80-as acél előírása: 56 kp/mm² folyáshatár és 2"mérőhosszon 16%-os nyúlás. A P 105-nek 73,8 kp/mm² folyási határ és 15% nyúlás, a P 110 minőségnek 77,3 kp/mm² folyási határ és 15% nyúlás a követelményei.

Milyen mennyiségben használják az ilyen csöveket?

Az API által közreadott statisztika szerint az Európában gyártott béléscsövekből a termelés 33%-a N 80 minőség, a fúrórudazatok 70%-a pedig E fokozatú anyagból készül. Megállapítható azonban, hogy világviszonylatban túlnyomóan az N 80-as minőség használatos a nagyobb szilárdságú csövek csoportjában, míg a legnagyobb szilárdságú P 105 és P 110 fokozat csak legfeljebb 5%-ot tesz ki.

A mi hazai szükségletünk és az exportigény is főleg az N 80-as minőségre áll fenn. Fejlesztési tervünkben ezért az N 80-asnál nagyobb szilárdságú olajcsövek gyártását egyelőre nem irányoztuk elő, bár a tervezett berendezések erre is alkalmasak lesznek.

Hazai olajiparunk rendeli ezeket a nagyobb szilárdságú csöveket, külkereskedelmünk is érdeklődik utánuk, mert jó piaci lehetőségeket lát eladásukban. Számolni lehet azzal, hogy a hazai olajkutak fúrási mélysége is eléri a 3—4000 m-es mélységeket, távlati kutató fúrási terveink ugyanis ilyen csövek felhasználását irányozzák elő. A nagyszilárdságú csövek exportpiaci ára kb. 30—40%-kal nagyobb, mint a jelenleg gyártott és exportált olajcsöveké. Érdemes tehát csőgyártmányaink választékát ezzel az új, korszerű cikkel kiegészíteni.

Az ilyen N 80 minőségű csövek gyártását kezdetben sok éven át többnyire Mn-Mo ötvözésű acélból kiindulva, normalizáló és megeresztő hőkezeléssel oldották meg. Önköltségi okokból, az ötvözőanyagok megtakarítása érdekében egyes külföldi gyárak az N 80 minőség és az ennél nagyobb szilárdságú csövek előállítása céljából berendezkedtek ötvözetlen karbonacél feldolgozására, a csövek edzésére és megeresztésére.

Újabban főleg az edző-megeresztő eljárás hódít teret, aránylag kisebb C-, Mn-, Mo-tartalmú acélok felhasználásával. Ennek az a magyarázata, hogy az ilyen összetételű acél és a csövek hőkezelése biztosítja egyrészt a takarékosabb ötvözőanyagfelhasználást másrészt nagyobb folyási ha-

* Előadásként elhangzott 1963. október 24-én az Acélcsőgyártó Konferencián.

[1] American Petroleum Institute.

táron is jobb nyúlást és fajlagos ütőmunkát ad, mint a Mn-nal erősen ötvözött normalizált-megeresztett acélcső, vagy mint az edzett és megeresztett ötvözetlen acélcső.

Mi is ezt a gyártási módot választottuk és vettük vizsgálat alá.

Amikor elhatároztuk, hogy e csövek gyártására távlati beruházási tervet készítünk, kutatni kezdtünk olyan edző-megeresztő berendezések után, melyek korszerűen, teljes gépesítéssel, tömeggyártásszerűen és egyenletes minőséggel tudnák biztosítani ezekből a gyártmányokból az évi kb. 15 000 tonnás csőigényt. A két éve itt járt szovjet csőgyártó szakemberek, a Csehszlovákiában járt szakembereink tapasztalatai és a műszaki irodalom tanulmányozása alapján már kialakultak a műszaki megoldás módjának főbb vonalai.

Sok külföldön végzett kísérlet és a hazai tapasztalat is azt tanúsítja, hogy a nagyszilárdságú olajbányászati csövek nagy folyási határát, szakítószilárdságát, nyúlását, a megkívánt mechanikai értékeket, a lapítópróbát, a hosszú üzemi élettartamot, a jó szívósságot, a repedésre való kisebb hajlamot a megeresztett martensites szövetszerkezettel lehet elérni.

Ezt az acélt aránylag jó képlékenység és nagy ütőmunka jellemzi. Sokkal jobb tulajdonságot mutat e téren, mint az ugyanolyan szilárdságú perlites, normalizált acél. A normalizált vagy a normalizált és megeresztett acélok szövetszerkezete általában durva szemcséjű, míg az edzett és megeresztett acéloké finomabb.

Az N 80-as bélés- és termelőcsövek Mn-tartalma nagy (és ezzel együtt rendszerint nagyobb a C-tartalma, mert a két elem mennyisége együtt nő) ezért a normalizálás után megeresztés is szükséges a megfelelő alakíthatóság, illetve szívósság elérésére. A Mn-Mo-ötvözésű acélokban — melyeket normalizált N 80 minőséghez használnak — bizonyos légedződési tulajdonságokat találunk, melyek erősödnek a Mn-tartalom növekedésével, tehát nagyobb Mn-tartalmúaknak (termelőcsövekben 1,65—1,70%, béléscsövekben 1,75—1,80%) a beedződés miatt semmiképpen sem lehet a normalizálás után a megeresztését elhagyni. A termelőcsövek és béléscsövek hőkezelésével el lehet érni a kívánt mechanikai tulajdonságokat. Ugyanúgy, ahogy különböző csőgyárak különféle vegyi összetételű acélokkal dolgoznak, a hőkezelés módja is igen különböző az illető gyár acéltípusától, lehetőségeitől és hőkezelő berendezéseitől függően.

Az N 80 fokozatú béléscsöveknek edzés-megeresztése manapság sokkal szélesebb körű és általánosabban használt hőkezelés, mint a normalizálás. Az N 80 fokozatú termelőcsöveket még több helyen gyártják normalizálással, vagy ha szükséges, normalizálással és megeresztéssel.

Általában azt lehet mondani, hogy azok az edző-megeresztő berendezések, amelyek béléscsövek hőkezelésére épültek, túlságosan nagyra méretezettek ahhoz, hogy bennük termelőcsövet hőkezeljenek. Ezért várható, hogy a termelőcsövek edző-megeresztő sorozatai külön erre a gyártmányra alkalmas méretezésben meg fognak jelenni, természetesen csak akkor, ha a nagy sorozatú tömeggyártás a szükséges gazdaságosságot biztosítja.

Alapvető szempont a gyártás módjának kiválasztása, az acélgyártó eljárás, pl. a dezoxidálás módja, az acélban visszamaradó nyomelemek mennyisége, az acél nitrogéntartalma, hengerelhetősége, a csőgyártás alakítási véghőmérséklete, a csőegyengetés módszere, a hőkezelő berendezés rendszere, a gyártott cső szelvénymérete.

Nem könnyű és egyszerű dolog a sok szempont és feltétel egyeztetése alapján a megfelelő gyártási módot kiválasztani.

A mi esetünkben az N 80 fokozatú edzett-megeresztett csövekhez a következő vegyi összetétel jöhet számításba: C 0,28—0,36%, Mn 1,15—1,45%, Mo min. 0,15%. Ennek a minőségnek az edzési hőmérséklete 870—900 C°, a megeresztési hőmérséklete 570—650 C°. Az E fokozatú vastagított végű fúrórudazatokat és a vastagított végű N 80 termelőcsöveket a nagy szelvényméret-különbségek miatt edzeni nehéz feladat, ezek gyártását tehát normalizáló hőkezeléssel gondoljuk megoldani.

Mindkét csőfajta, tehát a termelőcső és a fúrórudazat összetétele a következő:

C 0,40—0,48%, Mn 1,40—1,70%, Mo min. 0,15%. A normalizálás hőmérséklete 840—870 C°, a megeresztés hőmérséklete 480—600 C°.

Az edzéshez és megeresztéshez többféle kemence és berendezés ismert, de az alapművelet valamennyiben a felhevítés az austenitmezőbe, utána gyors lehűtés (edzés), majd felhevítés a megeresztés hőmérsékletére.

A korszerű hőkezelősoron ez a módszer teljesen folyamatos, automatikus.

Egy ilyen korszerű hőkezelősor példaképpen 12 egységből álló gáztüzelésű dobkemencéből áll. Az első hat dobkemence edzésre, a másik hat dobkemence megeresztésre van beállítva. A kemencék égőihez a tüzelőanyagot levegővel előre összekeverve, közepes nyomással szolgáltatják. A dobkemencék egységenként hőfokszabályozóval, mérő és regisztráló prométerrel vannak felszerelve. Az edzőkemencék sora után gyűrűalakú edzőfej van beállítva, melyet vízszivattyú táplál.

A csőszállító- és mozgató berendezések, a manipulációs asztalok villamos, pneumatikus és mechanikus működésűek.

Az ilyen folytatólagos hőkezelősoron a műveleti sorrend a következő: A csőköteget daruval egy bevezető asztalra helyezik. A köteg megbontása után a csövek a lejtős asztalon egy szállító görgősorra gördülnek. Innen a továbbítás már önműködő, de az egyes manipulációs egységek kézi szabályozással is működtethetők. Erre azért van szükség, hogy ha a különböző szelvényű csövek teljes és egyenletes átizzítása a kemence-hőmérséklet és az elérendő hőfok függvényében nem a pontosan előre meghatározott módon megy végbe, a szükséges helyesbítések kézi beavatkozással legyenek biztosíthatók. A továbbítógörgők tengelye a merőlegessel kb. 7°-ra beálló szögben szerelhetők. Ezért a cső a kemencében haladó és forgó mozgást végez, ami az egyenletes hőfokfelvétel miatt szükséges.

A csövet 870—900 C°-ra izzítják fel. Minden csődarab hőmérsékletét sugárzó pirométer jegyzi fel. A kilépő cső egy edzőfejen halad át, mely a kemence kifutó végétől 750 mm távolságban van. Az edzőfej a hideg vizet erős és bőséges sugárzással a cső tengelyére merőleges irányban löveli rá a csőre. A vízhőmérséklet és vízmennyiség szabályozható és beállítható. Az edzőfejben való keresztülhaladás után a csövet kb. 15°-os szögben megdöntik, hogy az esetleg belül összegyűlt víz kifolyhassék belőle. A görgősor, mely az edzett csövet a megeresztő dobkemencesorba viszi, kisebb sebességű, mint az előző görgősoré, itt a csővégek már egymásba ütközve haladnak, hogy a megeresztő szakaszban gyorsabb felizzásuk elkerülhető legyen. Enélkül ugyanis a szabad, nyitott csővégeket belső felületükön is hősugárzás érné. A gyakorlat azt mutatja, hogy a csővégek lesorjázás nélkül is elég jól illeszkednek egymással ahhoz, hogy hőmérsékletük ne emelkedjék túlságosan. A csövek végéből le kell a későbbi műveletek során kb. 100—100 mm-t vágni. A megeresztési hőmérséklet az acél összetételétől, a cső szelvényméretétől és a kívánt szilárdságától függően 570—650 C°.

A kemencesorok szakaszhossza kb. 10 m, az egyes dobkemencék hossza kb. 1400 mm. A teljes hőkezelési ciklus alatt a cső 56 m-t halad tengelyirányban és ezt a mozgást a görgősoroknak és az egész manipulációs rendszernek Ward—Leonard motorgenerátorral vezérelt egyenáramú motorhajtása egyetlen központból szabályozza. A sebességszabályozás tartománya 0,7—3,6 m/perc között van. A kombinált edző-megeresztő kemencék átlagos csőméretre vonatkoztatott gázfogyasztása 950 000 kcal/t. Ezek a sugárzó típusú kemencék igen gyors hevítést adnak. Az égőkövek különleges kerámiából készülnek és 1650 C°-ot vagy még ennél nagyobb hőfokot is kibírnak. Az edző szakaszban 24 égő van és itt a kemencetér legnagyobb hőmérséklete 1370 C°. A megeresztő szakaszban az első két kemence legfeljebb 1370 C°, a következő három kemence 870 C° térhőmérsékletű.

A kemencét fűtőanyaggal ellátó berendezés tulajdonképpen gáz-levegő keverőből és turbókompresszorokból áll, a robbanásveszély miatt természetesen biztonsági berendezése is van.

A kemenceszakaszok hőmérsékletét lényegében úgy állítják be, hogy az első négy egység a legnagyobb hőmérsékletre van állítva, a következő kemenceszakaszok pedig hőkiegyenlítést és hőntartást végeznek. Ennek különösen akkor van nagy szerepe, amikor duzzasztott végű csöveket hőkezelnek.

A csövek áthaladási ideje a kemencéken 3,25—6,50 perc. A tapasztalat szerint ezzel a rövid ideig tartó nemesítési hőkezeléssel az ötvözetlen szénacélokkal jó eredményeket, egyenletes szilárdságot és mechanikai tulajdonságokat értek el.

A fentiek szerint az edzőfej egy vízszóró gyűrűből áll, centrifugál-szivattyúval és szűrővel felszerelve. A hűtővíz keringető rendszerű. Megfelelő vízpótlással a vízhőmérséklete 40—50 C°-on tartható, a víznyomás kb. 2 atm túlnyomásra szabályozható. A gyűrűalakú fejben kb. 30°-os vízkúp alakul ki.

Ahhoz, hogy a cső teljes keresztmetszetében megeresztett szövetszerkezet jöjjön létre, a falvastagság nem haladhatja meg a 9,5 mm-t. Gyakorlatilag 10,5 mm falvastagságig is felmennek, de ez esetben a szövetben már finom perlit is található. Azt a kis csőmennyiséget, ami e falvastagsági kategórián kívül esik (pl. a karmantyúkat), Mn—Mo-acélból csupán normalizáló hőkezeléssel gyártják.

Ami a hőkezelősor termelőképességét illeti, ez természetesen a csőmérettől függ, de a különbségek nem nagyok, kb. 4,8—5,4 t/h-val lehet számolni.

A mi, aránylag szerény, kb. évi 15 000 tonnás nagyszilárdságú csőigényünk figyelembe vételével ez a példaképpen vett hőkezelősor túlzottan nagy teljesítményű és a rendelkezésre álló szűk hely is határt szab a telepítés lehetőségének. Ezért egy ilyen berendezést teljes kapacitással, három műszakban nem is tudnánk kihasználni.

A példaképpen ismertetett berendezés a legkorszerűbb és legjobban gépesített, a legpontosabban szabályozott folyamatot biztosítja. A korszerű gyárakban más hőkezelő berendezéseket is használnak.

Jól ismert például az a berendezés, amely két azonos típusú, nagyméretű függőboltozatos kemencéből áll. Az egyik az edző, a másik a megeresztő hevítést végzi. A kemence 12×15 m belméretű, két szakasza van. Egy hevítő és egy hőntartó szakaszból áll, köztük elválasztó függőfal van. A kemencébe a csöveket a fenékbe beépített görgősoron adagolják be. Erről a csövek egymás után karos emelőre kerülnek, amely szakaszos mozgással, meghatározott lépésekben továbbítja a csöveket. Továbbítás közben a cső tengelye körül az egyenletes hevítés céljából kissé elfordul. A kemence gáztüzelésű, két sorban 25—25 égője fűt, a füstgázok áramlása a csőhaladási iránnyal ellentétes. A kemence teljesen műszerezett és szervómotorokkal automatikusan szabályozzák.

A felizzított cső szabályozott sebességű görgősorokon kerül ki a kemencéből és haladó-forgó mozgással jut az edzőfejbe, mely az előzőekben leírt rendszerhez hasonlóan ugyancsak egy gyűrűalakú fejben kialakított vízzuhanyból áll.

Az a véleményünk, hogy ez utóbbi kemencetípus sokkal jobban megfelel a mi viszonyainknak, mégpedig mind az elhelyezése, mind a gyártási programhoz való rugalmas beilleszkedése és üzemvitele szempontjából. Bármelyik hőkezelő berendezést választjuk is, a további műveletek a csövekkel már kialakultnak tekinthetők.

A megeresztő kemencéből kijövő cső egy háromállványos duó hengersorban méretezésre kerül. A csöveket ugyanis néhány mm-rel a névleges csőátmérőnél nagyobbra kell hengerelni, mert a hőkezelés során méretváltozást szenvednek. A méretezőt elhagyva a cső hűtőpadra kerül, majd az egyengetési művelet következik. Az ilyen nagyszilárdságú csövek egyengetése igen kényes mű-

velet. Nagy csőgörbeség, vagy kritikus mértékű csőhajlítgatás alatt a csövek megrepedhetnek. Ezért az egyengetés módjának megválasztásában nagy körültekintéssel kell eljárni. Tudomásunk szerint a legcélszerűbb az excenteres vagy hidraulikus egyengetés, a hagyományos hiperbolikus hengerű egyengetők nem váltak be.

A víznyomáspróba után a technológiai vizsgálatra, a lapítópróbák elvégzésére kerül sor.

Nem volna teljes a kép a nagyszilárdságú csövek gyártására való felkészülés ismertetésében, ha nem szólnék néhány szót a csőmenetvágás és csőkarmantyúgyártás korszerűsítésének feladatáról.

E téren már megtettük az első lépéseket, hozzákezdtünk az olajbányászati csövek menetvágó berendezéseinek korszerűsítéséhez. Ez évben két pár menetvágó gépet szereztünk be, ezek közül egy pár CRI—DAN gyártmányú, automatikus és gyorsforgácsolással működik, a másik pár pedig szovjet gyártmányú.

Be fogunk szerezni korszerű karmantyúfelcsavarógépet, víznyomópadot, mérlegeket és a karmantyúgyártást is új gépek beállításával korszerűsítjük.

Az új menetvágó gépek alkalmasak lesznek újtípusú, korszerű menetek vágására is. Nemrégen került be az API-szabványba a Buttress-típusú csőkötés, mely a béléscsöveken is új követelmény. Ezek a menetek számos előnyt biztosítanak a régebbi típusú menetekhez képest. A Buttress-menetek profilja fűrészfoghoz hasonlítható és olyan kötést biztosít, melynek szilárdsága jóval meghaladja a csőanyag folyáshatárával számított megengedhető húzóterhelését, ezenkívül könnyű és gyors összecsavarást tesz lehetővé. A nagy igénybevétel miatt egyébként csak duzzasztott csővéggel megvalósítható csőkötések a nagy kötésszilárdság révén duzzasztás nélkül, karmantyús kötéssel is megoldhatók a Buttress-menet használatával, így tehát a cső belső átmérője nem szűkül.

A menetprofil lekerekített fűrészfogszerű kiképzése miatt a hagyományos menettel ellentétben felcsavaráskor az érintkező menetfelületeken nem ébred sugárirányú erő, amely a karmantyút tágítani akarja.

Már a jövő évben komoly mértékben foglalkozni fogunk a menet kialakításával, amint az új menetvágógépek felszerszámozásával, a szükséges menetkaliberek beszerzésével erre a lehetőségek megnyílnak.

Rendkívüli szerepet kap a nagy igénybevétel és a felhasználás kockázatai miatt az anyagvizsgálat és a minőségi ellenőrzés.

Az új szabványok a béléscsövekre és termelőcsövekre a szemrevételezéses vizsgálaton kívül előírják a hosszirányú külső hibák felderítése céljából a mágneses repedésvizsgálatot, sőt ugyanezt a vizsgálatot el kell végezni még a két csővég belső felületén is.

A vastagított csővégek belső és külső felületét keresztirányú mágneses vizsgálatnak is alá kell vetni.

A fúrási mélységek növekedése és a csőrakatok egyre nagyobb terhelése, továbbá a biztonsági követelmények fokozódása a csőipart a csővizsgálati módszerek és berendezések vonatkozásában az egész világon alapos korszerűsítésre késztetik.

E kérdés tanulmányozására nagy gondot fordítanak a csőgyárak. Megállapítást nyert, hogy az ez idő szerint használt vizsgálati módszerek egyike sem tökéletes egymagában. A tökéletes minőségi ellenőrzés az összes ismert vizsgálat együttes végrehajtásával volna biztosítható, ami azonban nem gazdaságos. Ezért a gyártónak, ha roncsolásmentes vizsgálatot akar bevezetni, ki kell választania azt a vizsgálati kombinációt, amely érzéketlen az ártalmatlan hibákra, valamint a vizsgáló személy szubjektív ítéletétől a lehető legfüggetlenebbül sorolja ki a hibás csöveket.

Közel 30 éves tanulmányok alapján neves csőgyártó szakemberek arra a megállapításra jutottak, hogy az elektromágneses indukciós módszer — melyet örvényáramos indukciós módszernek is szoktak nevezni — biztosítja gazdaságosságban és a hibaértékelés megbízhatóságában egyaránt a legtöbb előnyt. A különféle roncsolásnélküli vizsgálati módszerek jellemzőinek gondos vizsgálata és értékelése után jutottak erre a megállapításra.

A legáltalánosabban használt víznyomáspróba a tapasztalat szerint azt mutatja, hogy a csövek sok veszélyes hibája nem derül ki a próbanyomás közben. Nagy csősorozatokat vizsgáltak úgy, hogy mesterséges helyi hibákat hoztak létre a csöveken. Azt találták, hogy a csőfal rövid hosszon 90%-os legyengítés után az előírtnál többszörös időtartam alatt is kibírta a szabványos próbanyomást. A vizsgálat nemcsak azokat a súlyos hibákat nem tárta fel, melyek a folyadékszállító csövekre rendkívül veszélyesek, de bizonyos hibákat még meg is nagyobbított.

A röntgen- és gammasugárzás alkalmazása előnyt jelent a vizsgálatban a víznyomáspróbával szemben. A csőfalon áthaladt nagyfrekvenciás sugaraknak az érzékeny filmen vagy fluoreszkáló ernyőn való leképezése drága és nehézkes eljárás. Film használatakor az előhívási idő miatt lehetetlen minden csövet megvizsgálni a gyártási folyamatban.

Egy eléggé elterjedt roncsolásnélküli vizsgálat a mágneses szemcsevizsgálat. Ez eléggé ismert. A vizsgált testet mágnesezik és egyidejűleg mágnesezhető szemcséket visznek fel a felületére szárazon, vagy folyadékban szuszpendálva. A folytonossági hiányok új mágneses pólusokat képeznek, ezek a szemcséket a hibás helyre vonzzák és így lehetővé válik a szemrevételezéses vizsgálat. Ha a szemcsék fluoreszkáló közegben vannak, ibolyántúli sugárzásban a hiba felismerése még könnyebbé válik. Sok helyen alkalmazzák ezt a módszert, melynek nagy hátránya, hogy érzékenysége elsősorban a felületi hibákra terjed ki, s a felület alatti hibák vonatkozásában, a hiba mélységétől függően, az érzékenység rohamosan csökken. Ezért az olyan hibák, melyek selejtokozók és a felületen vannak, azonnal felismerhetők, míg

a felület alatt levők gyakorlatilag nem állapíthatók meg.

E módszer megbízhatósága a megfigyelő éberségétől és gyakorlottságától, hibamegítélő képességétől függ. Próbálkoznak ugyan a hibakimutatás és -értékelés automatizálásával is, de ezideig nem sok sikerrel. Kimondhatjuk tehát, hogy ez a vizsgálat csak a felületi hibák felderítésére alkalmas. A mágneses szemcsevizsgálatot a jelenleg érvényes API szabványok a P 105 és P 110 fokozatokra is megkövetelik.

Az ultrahangos vizsgálatot az acélipar 1944 óta használja, bizonyos esetekben csövekre is használható. E módszer alkalmazásakor nagyfrekvenciás mechanikai rezgést sugároznak be a vizsgált acélba és a hullámoknak a hibahelyről való visszasugárzási energiájából lehet következtetni a hibára. Hasonlóan a röntgen-, vagy gammasugaras vizsgálathoz, elsősorban a belső hibák vizsgálatára hasznos. Ebben a tekintetben összehasonlíthatatlanul jobb minden más módszernél.

Két módszert használnak általában. Az egyik a kontakt, a másik a bemerítéses módszer. A kontakt módszer a rezgést közvetlenül vezeti be a vizsgált csőbe, a bemerítésesben a rezgés folyadékon keresztül éri el a vizsgált csődarabot. Mindkét módszerben nagy haladást és tökéletesedést értek el az elmúlt években, főleg a megtűrhető és selejtokozó hibák megkülönböztetése terén. A hiba nagyságának megítélése valószínűleg mindig a legnagyobb probléma lesz, de ma már lehetséges hibajeleknek, jelzőberendezéseknek használata a hibanagyság elhatárolására. E téren a jövőben kétségtelenül fejlődéssel lehet számolni. Az ultrahangos vizsgálatot úgy kell megítélni, mint a sorozatgyártás egyik igen értékes minőségi vizsgálati módszerét.

Az eddig ismertetett vizsgálati eljárásoknak külön-külön megvan a sajátos előnye, bizonyos tekintetben egymást felülmúlják, de egyik sem nyújt olyan vizsgálati biztonságot, mint több vizsgálati módszer kombinációja.

Az elektromágneses indukciós módszer a kis belső és külső csőhibákra igen érzékeny, igen gyorsan végzi a vizsgálatot, automatikus jelzést ad, érzékenysége beállítható és a hiba megállapítása a személyes megítéléstől független. 1939 óta külföldön egy ilyen berendezés 5″ Ø-n aluli csöveknek a gyártási sorozatban való vizsgálatára sikeresen üzemben van. Ennek a módszernek lényege az, hogy villamos áram okozta indukciót hozunk létre a vizsgált csőben. Ha a csőben a hibák tengelyirányban elrendeződöttek, az indukált áram irányát ennek megfelelően lehet megválasztani. Előnye még, hogy több irányban is lehet vizsgálatot végezni.

A hibát úgy derítik fel, hogy a csőnek a tekercsek között való áthaladása során a hibákkal összefüggő elektromos változásokat vizsgálják. Ezek a változások az indukált áramban, a hiba körüli mágneses mezőben, az áram-, a feszültség- és a fázisviszonyokban lépnek fel. A csőben az indukált áramot a csövet körülvevő szolenoidtekercsben folyó váltóáram hozza létre. A frekvencia 500-tól 20 000 Hz-ig változik. kis cső-szelvényekhez, nem mágnesezhető anyagokhoz nagyobb frekvenciát használnak. A hiba meghatározására szolgáló érzékelőelem egy másik tekercsből áll, mely a cső és a váltóáramú tekercs között van elhelyezve. Ez utóbbi tekercs kivezetése egy elektronikus áramkör karakterisztikáját a hiba jellegének megfelelően változtatja meg. Mint minden roncsolásmentes vizsgálatkor, itt is alapvető kérdés a valódi hiba és a megengedhető hibák határozott különválasztása. A kérdés bonyolult, mert tény, hogy a megkülönböztetés függ a cső felhasználási céljától is. A folyadékot szállító csövön pl. egy tűvastagságú lyuk megengedhetetlen, függetlenül attól, hogy a lyuk körüli anyag tömör és homogén. Ugyanez a hiba a szerkezeti csőben megengedhető lehet. Évek során át végzett tanulmányok arra az eredményre vezettek, hogy a mágneses indukciós eljárás nemcsak alkalmas a gyártási eljárásba való beillesztésre, de a legpontosabb megkülönböztetést is biztosítja a selejtezési hibák és megtűrt hibák megállapításában. Vizsgáló berendezése a mesterségesen előidézett csőhibákkal, mint etalonokkal teljes biztonsággal beszabályozható.

A mi fejlesztési tervünkben is komoly szerepet kívánunk juttatni a roncsolásmentes vizsgálatoknak. Ahogyan a kazáncsőgyártás fejlesztési terveiben is számoltunk az ultrahangos vizsgálattal, az olajcsőgyártáshoz is szándékunk van ilyen berendezést vásárolni és kutatunk a piacon mágneses repedésvizsgáló berendezés után is.

A nagyszilárdságú csövek gyártásának korszerűsítésére vonatkozó beruházási terveink jelenleg javaslat állapotában vannak. Teljes bizonyossággal még nem döntöttünk a végső megoldásról. Szükségesek még további tanulmányozások, tapasztalatcserék, dokumentáció-beszerzés, különféle importberendezések ajánlatainak tanulmányozása. A korszerűsítés megvalósítására előre láthatóan a harmadik ötéves terv elején kerülhet sor. Addig még alaposan tájékozódnunk kell a mi körülményeinknek és követelményeinknek legjobban megfelelő, leggazdaságosabb megoldások lehetőségeiről.

SÁRMAY ALAJOS

aranydipiomás vaskohómérnök, egyesületünk tagja, 1964. május 9-én életének 83. évében meghalt.

Majus 14-én du. kísértük a rákoskeresztúri temetőben utolsó útjára.

Magyarországi vas- és fémműves céhpecsétek

DR. NAGYBÁKAY PÉTER

DK 338.6(439) : 669.1 : 669.2./8

A Kohászati Történelmi Bizottság eredeti célkitűzésein kívül feladatának tekinti a magyarországi vas- és fémipar történetére vonatkozó minden emlék felkutatását és ismertetését. Ebbe a szélesebb körű programjába illeszkedik be az itt tárgyalt vas- és fémipari céhpecsétek összegyűjtése. A gyűjtést a diósgyőri Központi Múzeum számára végeztük részint az eredetiben megmaradt pecsétnyomók, részint az okleveleken található lenyomatok alapján. Az összegyűjtött anyag felöleli az egész történelmi Magyarország területét, de a teljesség igényével még a mai Magyarország területére vonatkozóan sem lép fel, mert a levéltárak és múzeumok kevésbé hozzáférhető céhiratai még szép számmal rejtegethetnek ismeretlen céhpecsét-lenyomatokat. A kb. 120 darab vas- és fémipari céhpecsét közül a legjellegzetesebb, legérdekesebb és legszebb példányokat a képes tábla mutatja be.

A pecsétek használata a középkor képekben, szimbólumokban gondolkodó primitív világából ered. A XI. század társadalmi és gazdasági viszonyai különböző új, bonyolultabb jogügyleteket teremtettek, ami az írásbeliség szélesebb körű elterjedésére vezetett. Minthogy azonban az írástudás nagyon sokáig csak az egyháziak monopóliuma volt az okleveleket olyan jellel vagy képpel látták el, amely mindenki számára érthetően, szemléletesen jelképezte az oklevelet kiállító személyt vagy testületet. Eleinte helyettesíti az aláírást, majd — a mai napig fennmaradt funkciója szerint — megerősíti azt és az oklevél valódiságát, illetve hitelességét bizonyítja. Ez a jel vagy kép a pecsét. Nyugat-Európában a céhek pecséthasználata a XIV. sz. elején indult meg és a század végére már általánossá vált [1]. Az első ismert magyarországi céhpecsétek a XV. századból maradtak fenn [2] a legrégibb magyarországi vas- és fémműves céhpecsétek pedig a XVI. századból valók.

A magyarországi céhpecsétekkel ez ideig kevesen és nagyon keveset foglalkoztak. Aránylag részletesen és bizonyos rendszerezéssel [3] kizárólag az ötvöscéhek pecsétjeit dolgozták fel. A többi iparágak céhpecsétjeiről csak néhány elszórt adat, igen kevés reprodukció és még kevesebb ismertetés látott napvilágot [4].

A céhpecsétek tanulmányozása gazdaságtörténeti, technika-történeti és művészettörténeti szempontból egyaránt érdekes és tanulságos. Sokszor egy-egy évszámmal ellátott céhpecsétnyomó az egyetlen megmaradt tanúja annak, hogy valamelyik városban valamely iparágnak már abban az időben fejlett céhszervezete működött. A pecsétnyomóra vésett készítmények és különösen a szerszámok rajzolatai érdekesen világítják meg a kor műszaki állapotait. A céhpecsétek ilyen irányú tanulmányozása annál inkább szükséges és hézagpótló, mert a technikai fejlődés során sok régi kézműves szakma már a XIX. század közepére kihalt (Csiszár, tűkészítő, ónműves). A régi kézműipari szerszámokból természetben nagyon kevés maradt meg, a rendeltetésszerű használat következtében legnagyobb részük elpusztult. A céhpecsétek a legjellegzetesebb régi szerszámokat és kézműipari cikkeket örökítették meg és mivel több mint négy évszázad anyagát ölelik fel, a szerszámok és termelvények fejlődéstörténetére is érdekes adatokat szolgáltatnak. A pecséteken megjelenített ábrák szakszerűség és hitelesség szempontjából összehasonlíthatatlanul megbízhatóbbak és értékesebbek, mint az egyéb egykorú ábrázolások, mert hiszen azokon a szerszám, vagy kézműipari termék képe általában nem foglal el központi helyet, és jelentősége is csak másodlagos az alakokhoz, vagy jelenetekhez képest. Végül művészettörténeti szempontból sok szép, eddig teljesen ismeretlen, a kor képzőművészeti stílusát kifejező heraldikai emlék és régi népies díszítő elem bukkant elő a céhpecsétekről, ami igen figyelemre méltó, mert Magyarországon az iparoscéhek címerei még a szakirodalomban is jóformán teljesen ismeretlenek [5].

A külföldi irodalomban elsősorban a németek foglalkoztak a céhek pecsétjeivel [6]. Magyar vonatkozásban ez az első úttörő kísérlet azzal a célkitűzéssel, hogy felhívja a figyelmet arra, hogy a céhpecsétek milyen gazdag, kiaknázatlan forrásai a szerteágazó egyetemes művelődéstörténetnek.

Nyugat-Európában a céhekbe való szervezkedés a XI. sz. végén, a XII. sz. elején indult meg és a XIII. századra alakult ki teljesen. Magyarországon a céhek kialakulása a XIV. sz. második felére esett. Korán megindult a vas- és fémipar céhekbe való szervezkedése, hiszen maga a vasfeldolgozás, az ősi kovácsmesterség volt az az iparág, amely az összes kézműipari szakma közül a legkorábban vált teljesen önálló ipari tevékenységgé [7]. De a céhintézmény Magyarországon csak a XV. században vált általánossá. Teljesen zárt, egészen a céhintézmény megszűnéséig fennállott merev, a piac monopolizálását biztosító szigorú formáit csak a XV. sz. második felében vette fel [8].

A vas- és fémipar már korán differenciálódott. Nagy Lajos királynak az erdélyi szászok iparosai számára 1376-ban kiadott szabadalomlevele, amikor megemlékezett a kovácsok céhéről, megszabta, hogy a tűkészítők, üstművesek, kocsigyártók, övkészítők, kardművesek és lakatosok a kovácsokkal egy céhbe tartozzanak. Ezenkívül a késműveseket még külön említette [9]. A XVII. században egy olyan kisebb felvidéki városban, mint Rozsnyó, már 6 külön céh foglalkozott a vas és fém feldolgozásával: a kovács, lakatos, csiszár, késműves, tűműves és rézműves céh [10].

A vas- és fémipar tulajdonképpen a hajdan egységes vasművességből, azaz a kovácsiparból fejlődött ki és ágazott szét (Vasművesek [11],

1. táblázat

Vas- és fémipar *

Vasműves, kovács, ferrifaber, faber, Schmied

Faipar		Kovácsipar ferrifaber, Schmied		Lakatosipar lakatos, lakatgyártó, serator, serarius, serifaber, Schlosser		Bőripar	
Ipar	Gyártmány	Ipar	Gyártmány	Ipar	Gyártmány	Ipar	Gyártmány
Kerékgyártó, bognár, rotarius, Wagner	Szekérvasalás Szekérvasalás szekér farésze	Patkoló és lógyógyító kovács, Hufschmied	Lópatkó, szántóvas	Pléhcsináló míves	Csizmapatkó pléh (zár) lakat, kulcs ablakrostély	Nyerges, sellarius, ephippiarius, Sattler	Nyereg
		Szerkovács (kasza-, fejszekovács, hámorkovács) Hackenschmied, Waffenschmied	Ásó, kapa, fejsze, kasza, sarló	Tisztított míves	Szekerce, csákány	Szijgyártó, corigiarius, coriarius, lorarius, Riemer	Lószerszám
		Kardkovács, fegyverkovács, csiszár, politor, ensifaber, gladiator, macheropageus, Schwertfeger, Klinkenschmied	Szablya, pallos, tőr	Fejér míves, ónasmíves	Buzogány		
				Sarkantyúmíves, calcarius, calcarifex, Sporer	Kengyel, sarkantyú, zabla	Övkészítő-sárgarézműves, sárgarézöntő, rézgombcsináló, cingulator, aurichalcarius, fibularius, Gürtler	Rézveret
		Kardköszörűs Schwertschleiffer		Páncélgyártó, fegyverderékkészítő, Pangraczer, Panziermacher, Platner	Páncéling, fegyverderék, sisak		
		Késcsináló, késes, késműves, cultrarius, cultellifex, Messerschmied	Kés, evőeszköz				
				Ijjgyártó, arcupar Kopjagyártó, hastipar Pajzsgyártó, scutarius, clipeator	Ijj, kopja, pajzs		
		Szegkovács, clavarius Nagelschmied	Szeg				
		Lánckovács Kettenschmied	Lánc	Puskaműves, ballistrarius, schlopetarius, Büchsenmacher, Büchsenschifter	Puska, pisztoly		
		Tűgyártó, tűcsináló, acufex, acuarius, Nadler	Tű, szűcstű, kapocs, horog	Emelőszerkezet készítő Windenmacher	Számszerijj-felhúzó kocsiemelő		
		Üstkovács, rézműves, caldarius, ahenarius, aerifaber, Kupferschmied	Üst, rézedény	Órás, horogiarius, Uhrmacher	Óra		
		Ötvös, aurifaber, Goldschmied	Arany és ezüst edény	Bádogos, Klempner, Spengler, Flaschner	Kanna, lámpa		
				Ónedénygyártó, ónműves, önöntő, stannarior, stannarius, Zinngiesser	Ónedény		

* A céhrendszer fennállása alatt Magyarországon működött vas- és fémipari mesterségek, főbb termelvényeik és más szakmákkal való összefüggéseik.

ferrifabri, Schmiede). Legkorábban a lakatosipar különült el a kovács szakmától, majd a fegyverkovácsok (kardkovácsok, csiszárok) mestersége. Ez utóbbiak legtöbbször közös céhben voltak a szíjgyártókkal és övkészítőkkel, akik egyúttal sárgarézművesek is voltak [12]. A bőripar itt a hadi felszerelések gyártásában való közös részvétel, valamint a vas és fémanyagok nagymértékű felhasználása folytán szorosan kapcsolódott a vas- és fémipari mesterségekhez [13]. A kardkovácsok mesterségéből vált ki a XVII. sz. derekán külön céhszervezet keretében a késesek szakmája [14].

A szorosabban vett kovácsmesterség is tagolódott. A patkoló és lógyógyító kovácsok a patkolást és bizonyos állatorvosi teendőket végeztek és ezenkívül a szekerek vasalása volt a főfoglalkozásuk. Szakmájuk itt érintkezett a kerékgyártókéval, akik viszont a szekerek farészeit készítették. A szerkovácsok (kasza-, fejsze-, hámorkovácsok, Hackenschmiede, Waffenschmiede) [15] a mező- és erdőgazdasági szerárukat kovácsolták (ásó, kapa, kasza, sarló, fejsze), majd megjelentek a szegkovácsok és lánckovácsok. Mint teljesen külön szervezett céh jelentkezett a XVII. században a finomabb vas- és fémipari munkák elvégzésére a tűcsinálók iparága [16]. Az üstkovácsok, más néven rézművesek és az ónedénygyártók is külön céhekbe szervezkedtek, nem is szólva az ötvösökről, akik már a XV. században teljesen önálló céhekben találhatók, bár arra is több példa van, hogy az egységes vasipari céh kötelékében maradtak [17].

A lakatosok a legtöbb nagyobb városban már a XV—XVI. században külön céhekbe tömörültek [18], sőt a XVI. században már pontosan kialakul a lakatosmesterség 3 különleges ága a pléhmívesség, az ónasmívesség, másképpen fejérmívesség és a tisztítottmívesség [19]. A pléhmíves készítette a zárakat, lakatokat, kulcsokat stb. (A zár régi elnevezése pléh.) Az ónasmíves, vagy fejérmíves [20] a zablákat, kengyeleket, buzogányokat, sarkantyúkat. A sarkantyúkészítés még ezen belül is önállósult és a sarkantyúsok több helyen teljesen külön céhbe tömörültek [21], de lényegében ugyanazokat a cikkeket készítették, mint a fejérmívesek. A tisztítottmívesek a szekercéket és csákányokat gyártották, így az ő tevékenységük maradt a legközelebb a kovácsmesterséghez. A lakatosokkal egy céhben szerepeltek általában a páncélgyártók és fegyverderékkészítők is, akik a fejérmívesek által készített zablán és kengyelen kívül a páncélokat és sisakokat gyártották [22]. A lakatoscéhek keretein belül dolgoztak később a puskaművesek is, de a XVIII. sz. elején néhány helyen önálló céhet is szerveztek. Ugyancsak a lakatosokkal tartoztak egy céhbe az órások [23] és az emelőszerkezet-készítők (Windenmacher] is.

Végül a lakatosokkal alkottak közös céhet a bádogosok is, de néhol a XIX. sz. felé már önálló céhvel is jelentkeztek.

Az *1. táblázat* szemléltetően igyekszik bemutatni a céhrendszer fennállása alatt Magyarországon folytatott vas- és fémipari mesterségeket, azok latin és német elnevezését, főbb termelvényeiket és más iparágakkal — főleg a fa- és bőriparral — fennálló szoros kapcsolatukat, illetve szakmai érintkezési pontjaikat. A táblázatban vastagbetűs szedés jelzi azokat a szakmákat, amelyek Magyarországon önálló céhszervezetben működtek és ennek megfelelően önálló pecsétet használtak.

A vas- és fémipari céhpecséteket a bennük ábrázolt mesterségjelvények alapján a következő 5 főcsoportra oszthatjuk :

1. Kovácsok (bognárokkal, lakatosokkal stb.)

2. Lakatosok (fejérmívesekkel, sarkantyúsokkal, órásokkal, emelőszerkezet készítőkkel, puskaművesekkel, ötvösökkel, asztalosokkal.)

3. Csiszárok és késművesek (szíjgyártókkal)

4. Tűgyártók

5. Rézművesek, ónedénygyártók, bádogosok.

A felsorolt 5 csoport emblémái ezenkívül még főleg egymással és más idegen szakmák mesterségjelvényeivel kombinálva is jelentkeznek.

1. A *kovácsmesterség* legrégibb eredeti jelvényei, a mesterség két legfontosabb és legegyszerűbb szerszáma a kalapács és a fogó [24]. Ez szerepel egy klingnaui (Svájc) kovácsmester 1302-ből származó címeres pecsétjén [25]. valamint a stettini [26] és kölni [27] kovácscéhek XIV. századi pecsétjein. Ezeken a régi pecséteken az egységes általános kovácsiparnak megfelelően a kalapács és a fogó még nem mutatja a patkoláshoz specializálódott patkolókalapács és patkolófogó alakját, hanem egyszerű ráverőkalapács és lapos, egyenes szájú tüzifogó látható rajtuk [28].

A legelső magyarországi kovácscéhpecsétünk a köriratán olvasható évszám szerint a szepsi kovácsoké 1499-ből. A pecsét azonban nem a viselt évszám időpontjában készült, amit magyar nyelvű köriratának és ábrájának stílusa rögtön elárul. A jobbjában patkót, baljában kalapácsot tartó ágaskodó oroszlán, kocsikerékkel és csillagokkal, jóval későbbi eredetű. Gazdaságtörténeti jelentősége, hogy egy XV. századi magyar jellegű kovácscéhszervezet fennállását bizonyítja [29].

A legrégibb eredetiben fennmaradt kovácscéhpecsétjeink a kassai magyar kovácsoké 1536-ból [30] ennek megújítása 1596-ból [31], *(1. ábra)*. majd a győriek két pecsétnyomója 1610-ből]32] *(2. ábra)*. Mind a négy pecséten jelen van a fogó és a kalapács, mégpedig a fogó kifejezetten kerekszájú, harapófogóalakú patkolófogó, a kalapács pedig patkolókalapács, egyik oldalán szeghúzás céljára szolgáló villaalakú kiképzéssel, amely a ma is érvényes magyar szabványban előírt alaknak (MSZ 1380) pontosan megfelel. E két szerszám mellé csatlakozik, mint harmadik legfontosabb patkolószerszám a hajlított szárú, kis lapátalakú késben végződő patametsző, bizonyítékául annak, hogy itt már kifejezetten patkoló kovácscéhekről van szó. Lényegében a patametsző alakja is azonos a mai napig használt patametszőével, amely MSZ 1372. sz. alatt patatisztító kés néven nyert szabványosítást. A kalapácsot mind a 4 pecséten egy könyökben meghajlított jobbkar tartja, a magyar heraldikára annyira jellemző naturalisztikus iránynak megfelelően, amely lehetőleg kerüli a címerpajzsok mezejében lebegő tárgyakat és alakokat. A kassai pecsétek reneszánsz tárcsa-

pajzsba, a győriek kerek, illetve ovális cartouche pajzsba foglalva mutatják be a szerszámokat, és mindegyikben főhelyet foglal el a kovácsipar legjellegzetesebb terméke, a lópatkó patkószegekkel kísérve.

A patkó, fogó, kalapács és patametsző a legkülönbözőbb összeállításokban állandó emblémája lett a kovácsiparnak. Ilyen a magyarkanizsaiak pecsétje 1777-ből [33], a kolozsváriaké 1821-ből [34], a debrecenieké 1824-ből [35] *(3. ábra)* és a hibbeieké a XVIII. századból [36].

Van olyan céhpecsét, amelyen kizárólag csak a patkó szerepel, esetleg patkószegekkel körülvéve, mint pl. az aradiak két pecsétje [37]. Hogy a lópatkolás a kovácsok legfontosabb tevékenysége volt, arra például szolgálnak azok a céhpecsétjeink, amelyeken a ló alakja is megjelenik ; a Kissennyén talált felirat nélküli céhpecséten (1624) [38] a patkó fölött, a szalónaki patkolókovácsokén (XVII. sz.) [39] patkóval a szájában, az esztergomiakén (1699) [40] pedig két patkó között ágaskodva *(4. ábra)*.

Több kovácscéhpecséten egy másik fontos kovács-munkaeszközt láthatunk, az üllőt. Rendesen a pecsétmező alsó részén helyezkedik el, fölötte a patkó és a kéziszerszámok. Ilyen a jolsvai kovács- és lakatoscéh 1670 évi pecsétje [41] későreneszánsz címerpajzzsal, a liptószentmiklósi, hustáki és verbici kovácsoké 1792-ből [42], a körmöcbányaiaké [43] és a Sopron megyei harkaiaké 1839-ből [44].

A győri kovácsok 1610-es két pecsétjén, mint a kovácsipar legfontosabb termékei, kasza is a mecenzéfi hámorosokén [45] kapa és fejsze, a nagykőrösiekén (1750) [46] a fejszén kívül szántóvas is szerepel.

A munkaeszközökön és termelvényeken kívül egyes kovács céhpecséteken szimbólikus jelentőségű állatok is találhatók. Így a német nyelvterület kovácscéheinek elterjedt ősi címerállata a kígyó. A hallei kovácsok 1327. évi és a kölniek 1396. évi pecsétjén már szerepel a kalapács és a fogó mellett, de megtalálható Bern, Zürich, Solothurn és Augsburg kovácséh-címereiben is. Eredete a mondák világába vész. Annyi bizonyos, hogy minden népnél kimutatható bizonyos vallásos színezetű kovácsmitosz. A német hősi mondakörhöz tartozó „Dietrichs Drachenkämpfe" című hőskölteményben és a „Wilkina" mondában szereplő Wieland kovács fia Wittich — a monda szerint — ezüst címerpajzson vörös kalapácsot és fogót viselt, sisakdíszként pedig arany kígyót. Másik érdekes vonatkozása a kígyó-szimbólumnak az a néphagyományban fennmaradt történet, amely szerint egy kovács egy félig megfagyott kígyót, tüze mellett felmelegített, és az hála helyett megmarta [47]. Sajátságos, hogy a kígyó-motívum egyetlen eddig ismert magyarországi kovács céhpecséten sem szerepel. A magyarországi céhpecséteken ezzel szemben gyakori a strucc ábrázolása, csőrében patkóval, ritkábban szeggel. Grenser a német nyelvterület kovácscéhjelvényei közt egyáltalán nem találkozott a struccal, pedig a strucc képe már 1298-ban, majd 1328-ban ott látható a stájerországi vasipar gócpontjának, a stájerországi Leoben városnak pecsétjén [48], és az ugyancsak stájerországi Grác patkolókovácsainak 1609. évi pecsétjén]49] is. Ott látható a Győr megyei kovácsok és kerékgyártók 1726-ban kiállított szabadalomlevelére ráütött kovács céhmesterpecséten [50], a veszprémi kovácsok 1789. évi [51] *(5. ábra)*, a szegediek 1821. évi [52], valamint a harkiaak 1839. évi [53] pecsétjén. A strucc-szimbólum magyarázata az, hogy a struccról a középkorban az a hiedelem terjedt el, hogy a vasat is megeszi, sőt megemészti, olyan kitartóan fut, mint a ló és minden szenvedést eltűr. Így a strucc a kitartás és türelem szimbóluma lett [54]. Ezért adtak patkót a strucc csőrébe és ezen keresztül került vonatkozásba a vasművességgel és mindennel, aminek a vassal bármiféle kapcsolata van. Külön érdekessége ennek a cimermotívumnak az a másik magyar vonatkozása, hogy a csőrében patkót tartó strucc-fej az Anjou uralkodók rendszeresen használt sisakdísze volt és mint ilyen sokáig a magyar államcímernek is részét képezte [55].

A kovácsok leggyakrabban a kerékgyártókkal (bognárok) alkottak közös céhet, ezért pecsétjeiken sűrűn jelenik meg a kerékgyártók jelvénye, a kerék és a bognárszekerce. Ilyen pl. a földvári (XVIII. sz.) [56] és a nagyváradi (1721) [57] kovács- és bognárcéh pecsétje, bár a bognárok önálló céhszervezetei is igen régiek, amit az 1582-es és 1590-es évszámot viselő két debreceni kerékgyártó céhpecsét is igazol [58].

2. *A lakatosmesterség* ősi jelvénye a lakat és a kulcs. Ezért pecsétjeiken vagy az egyik, vagy a másik mindig megtalálható, rendszerint mind a kettő.

Legrégibb lakatos céhpecsétünk a soproniak 1580-ból való ezüst nyomója [59] *(6. ábra)*. Későrenaissance tárcsapajzsban háromszög alakú lakat, alatta jobbra díszes kulcs és óralap (?), balra puskazár és sarkantyú. Hasonlóképp háromszögletű függőlakat és kulcs látható ötágú korona alatt két négyszirmú virágtól és kalapácsot tartó kartól kísérve kerektalpú cartouche pajzsban a marosvásárhelyi lakatgyártók XVII. századi pecsétjén [60]. A XVI—XVII. sz. fordulójáról származik a bártfai lakatoscéh ezüst pecsétnyomója is *(7. ábra)*, melynek finom vonalú késő renaissance pajzsában az előzőkhöz hasonló háromszögletű lakat helyezkedik el, alatta két egymással keresztbe fektetett egyszerű kulcs, melyek alól függőleges irányban keresztmarkolatú egyenes kard nyúlik ki, markolatának végével a pajzs csücskét érintve jelzi, hogy itt a lakatosok céhén belül kardkovácsok is dolgoztak [61].

A keresztbe tett két kulcsból alakul ki a legjellegzetesebb lakatos jelvény, akár lakattal kombinálva, akár anélkül. Ezt az egyszerű emblémát mutatja a modori lakatoscéh 1651. évi szabadalomlevelén látható céhpecsét [62]. A szép rajzolatú későrenaissance tárcsapajzsot hatalmas kosáralakú lakat tölti ki, mögötte két keresztbe rakott háromkarélyos fülű kulcs látszik. Keresztbe rakott kulcsok láthatók a szepsiek (XVI—XVII. sz.) [63], a rózsahegyiek (1715) [64] *(8. ábra)*, a hibbeiek (XVIII. sz.) [65], a hódmezővásárhelyiek (1823) [66] pecsétjein, de gyakran előfordul, hogy a kul-

csot ágaskodó oroszlán, vagy griff tartja, mint például a Sopron megyei Pinkafő lakatoscéh pecsétjén [67], vagy a Magyar Nemzeti Múzeumban levő több ilyen motívumú lakatos céhmester pecséten [68].

A lakatok alakja leggyakrabban háromszög alakú, hiszen ez a típus a XV—XVII. századig általánosan elterjedt [69], de még 1743-ban is ez az alak jelenik meg a szegediek céhpecsétjén. A XVII. századi pecsétek közül a modorin (XVII. sz. eleje) és a győriekén (1640) háromkarélyos kosáralakú lakat ábrája látható *(9. ábra)*, megerősítvén azt a megállapítást, hogy ez a típus a XVII. században tűnik fel [70], mégpedig — mint ahogy a pecsétek készítésének idejéből kitűnik — már a század elején. A budai lakatosok 1696. évi pecsétjein hengeres, tolókulcsos béklyóslakat látható [71]. A kulcsok alakja is híven követi a korok stílusát. A soproni pecsét (1580) kulcsa még későgót emlékeket támaszt, később díszes barokk formák is megjelennek, de a kulcsfülek legnagyobb része századokon át megőrizte a hagyományos háromkarélyos, vagy szív alakot.

A lakatosok készítették a sarkantyúkat is, így a legtöbb XVI., XVII. és XVIII. századbeli lakatoscéhpecséten ott látható a sarkantyú is. Önálló sarkantyús céhpecsét Kolozsvárról [72] és Pozsonyból [73] maradt fenn. A pozsonyiaké 1625-ből való. Széles, kilencágú koronával fedett kerektalpú pajzsban sarkantyú, kengyel és feszítőzabla látható.

Ugyancsak a lakatosok készítették a buzogányokat is. Példa rá a szombathelyiek 1662-ben [74] és a veszprémiek 1676-ban [75] készült pecsétje. Mindkettőn a buzogány áll a díszes barokk pajzs közepén, mintegy kettéhasítva a pajzsot. Balra keresztbe tett két kulcs, jobbra pedig a lakatosmesterség másik mellékágát, a puskaművességet képviselő egymással keresztbe rakott két pisztoly.

A puskaművesség kezdettől fogva a lakatosmesterséghez tartozott, mert a lőfegyverek rugós zárszerkezete a lakatosipar körébe vágott. Már a soproni pecséten ott láthatjuk a puskazárat világos szép rajzolatban (1580), majd a XVII. századi pecséteken pajzsba foglalva látható a két pisztoly (Győr 1640. [76], Szombathely 1662. *(10. ábra)*), Veszprém 1676), majd a század vége felé a címerpajzs elmarad és a kerek pecsétmezőben lebegve rendszerint díszes kulccsal keresztbe fektetve jelenik meg a hosszúcsövű puska.

Ez a kép, a keresztbe rakott kulcs és puska lesz a lakatos céhpecsétek alapmotívuma a XVII. sz. második felétől egészen a XVIII. sz. végéig. Az így felosztott pecsétmező többi terét rendesen lakat, zár, sarkantyú és fogaskerék, az órásmesterség jelvénye tölti ki. A győri német lakatosok pecsétjén [77] még egy kalapács, a jolsvaiakén *(11. ábra)* (1668) [78] és a budaiak két pecsétjén (1696) [79] *(12. ábra)* egy-egy díszes óramutató, a szegediek két pecsétjén (1743) [80] pedig fogas emelőszerkezet (számszeríjj felhúzó szerkezet Winde, Armbrustwinde) van még a kulcson és a puskán keresztül fektetve *(13. ábra)*. A puskaművesek több városban teljesen különváltak a akatosoktól, így Körmöcbányáról (1714) [81], Pozsonyból (1733) [82] és Kolozsvárról [83] maradtak fenn puskaműves céhpecsétek, mindegyiken két-két keresztbe tett lőfegyver.

Gyakran találjuk a lakatosokkal egy céhben az ötvösöket is. Az ötvösök legegyszerűbb emblémáját, a kelyhet láthatjuk a rimaszombati Szent Mihály arkangyalról elnevezett egyesült ötvös, lakatos, kovács, szíjgyártó és nyerges céh pecsétjén (1606) [84]. A zágrábi ötvös, csiszár, lakatos és kovács céh (XVI—XVII. sz.) és a szepsi lakatos, asztalos és ötvös céh (XVI—XVII. sz.) pecsétjén pedig védőszentjük, Szent Eligius alakja látható, amint püspöki ornátusban alacsony munkaszékén ülve, jobbjában kalapáccsal kis ötvös üllőn éppen dolgozik.

Az épületlakatos iparral szoros kapcsolatban áll az épületasztalosság is. Ezért a lakatos céhpecséteken gyakran megjelenik az asztalosipar jellegzetes emblémája: a gyalu és a körző, mint pl. a fentebb említett szepsi pecséten, vagy a jászárokszállási (1827) [85] és a kalocsai asztalos és lakatos céh (1862) [86] pecsétjén.

3. A csiszármesterség szorosan összefügg a késesek szakmájával. Már a XIV. században [87] a párizsi kardcsiszárok pecsétjén egyenes tőr, görbe kés és görbe szablya látható és Grenser szerint a legrégibb idők óta majdnem azonos címert használtak a müncheni, nürnbergi és prágai kardkovácsok [88]: nyitott koronán hegyével lefelé keresztül tűzött három kard, tőr, vagy kés egymással keresztbe rakva. A hagyomány szerint ezt a címert IV. Károly császár 1350-ben egy Springenklech György nevű kardkovács kérelmére — aki vitéz hadi tetteivel tűnt ki — adományozta a kardkovácsoknak, más változat szerint az adományozó Zsigmond császár volt 1437-ben. Ugyanezt a címert használták a zürichi késművesek is céhpecsétjükön [89] és szinte az egész Közép-Európa valamennyi csiszár és késes céhe. Ilyen a debreceni késcsinálók 1674. évi céhpecsétje [90] *(14. ábra)*, azzal a különbséggel, hogy a koronán két görbe kés és egy hosszú kétágú evővilla van átszúrva. A körmöcbányai késeseké 1678-ból [91] szintén ugyanilyen, de nem görbe, hanem egyenes késekkel és ehhez igen hasonló egy ismeretlen város késműves mestereié 1682-ből [92]. Ugyanezek a motívumok láthatók a szegedi késes céh 1835-ből való céhládájára festett színes címerpajzsában is [93].

A kardcsiszár- késes embléma állandósága és korai egységes elterjedtsége amellett szól, hogy az uralkodói címeradományozásnak feltétlenül van valamilyen alapja. Ez annál inkább valószínű, mert az igen kevés számú eredetiben fennmaradt, hiteles uralkodói céh-címereslevél közül kettő is a kardcsiszárok szakmájából való [94]. Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy a céhes iparosok közül a kardkovácsok kerültek — éppen mesterségük természeténél fogva — a legközvetlenebb kapcsolatba az uralkodókkal és a lovaginemesi társadalommal.

Magyarországon a nemzetközi csiszár-késes emblémát a késesek használták, a csiszárok inkább görbe szablyát vésettek pecsétjeikre, éspedig legtöbbször más mesterségjelvényekkel együtt, mert



1. Kassai kovácscéh, 1596, — 2. Győri kovácscéh, 1610, — 3. Debreceni kovácscéh, 1824, — 4. Esztergomi kovácscéh, 1699, — 5. Veszprémi kovácscéh, 1789, — 6. Soproni lakatoscéh, 1580, — 7. Bártfai lakatoscéh, XVII. század eleje, — 8. Rózsahegyi kovács és lakatoscéh, 1715, — 9. Győri lakatoscéh, 1640, — 10. Szombathelyi lakatoscéh, 1662, — 11. Jolsvai lakatoscéh, 1668, — 12. Budai lakatos- és óráscéh, 1696, — 13. Szegedi lakatoscéh, 1743, — 14. Debreceni késcsináló céh, 1674, — 15. Soproni csiszár- és szíjgyártócéh, 1610, — 16. Győri szíjgyártó-, nyerges-, csiszárcéh, 1613, — 17. Miskolci sárgarézműves-, ónműves tükészítő-bádogoscéh, 1808, — 18. Budai és pesti ónművescéh, 1833

rendszerint más iparágakkal, főleg a szíjgyártókkal, a nyergesekkel, íj- és pajzsgyártókkal, sárgarézművesekkel (övkészítők, Gürtler) és lakatosokkal voltak közös céhben. Ilyen magyaros görbe szablyát tart egy jobb kar a zágrábi ötvösök, csiszárok, lakatosok és kovácsok pecsétjén (XVI—XVII. sz.) [95] és hasonló görbe szablya látható a soproni csiszárok és szíjgyártók 1610-es pecsétjén is [96] *(15. ábra)*. Görbe szablya szerepel hüvelyestől a győri szíjgyártó, lakatos, csiszár és nyerges céh igen érdekes, szép pecsétjén is (1613) [97] *(16. ábra)*, nyílvessző, íjj, kopja, huszár tárcsapajzs [98], nyereg és kötőfék társaságában. Ez a pecsét híven megörökíti a XVII. sz. eleji magyarországi lovaskatona (huszár) teljes hadifelszerelését és fegyverzetét. Önálló csiszár céhpecsétünk egyedül a marosvásárhelyi ismeretes 1655-ből, magyar nyelvű körirattal [99]. A kerek pecsétmezőt háromtornyú, középkorias városkapu foglalja el, a nyitott kapu íve alatt egy szív látszik két egymással keresztalakban átfektetett karddal átszúrva. A két egyenes karddal átszúrt szív motívuma pontosan megegyezik az I. Ferdinánd által a bajor felsőpfalzi Amberg és Neumarkt városok kardkovácsai számára 1535-ben adományozott címer ábrájával. Ez igen figyelemre méltó hasonlóság, mert Marosvásárhely német neve is Neumarkt, és más magyarországi csiszárcéhpecséten ez a motívum nem szerepel.

A pesti kardköszörűsök céhpecsétjén [100] két egymással szembefordult ágaskodó oroszlán egy-egy keresztmarkolatú egyenes kardot tart egymással keresztbe fektetve egy köszörűkő felett.

4. A tűkészítők (tűgyártók, tűcsinálók), akik a szabóknak, szűcsöknek, vargáknak, erszénygyártóknak való varrótűkön és gombostűkön kívül kis réz- és vaskarikákat, horgaskapcsokat, halászhorgokat és egyéb apró, finomabb vas- és fémtárgyakat készítettek, céhpecsétjük közepére jellegzetes szerszámukat, a húros pergőfúrót [101] vésették (Fiedelbohrer, Rennspindel, Drillbohrer, Dreule).

Ilyen húros pergőfúró látható a lőcsei főcéh 1644. évi pecsétjének [102] szép ovális cartouchepajzsában, a körmöcbányaiak 1717. évi pecsétjén [103], egy ismeretlen város XVIII. sz. végi tűkészítő céhpecsétjének [104] ízléses XVI. Lajos stílusú címerpajzsában és a miskolciak 1808-ból való három pecsétjén [105] varró- és gombostűk, horgaskapcsok és halászhorgok között [106] *(17. ábra)*.

5. A rézművesek két teljesen különböző szakmát képviselnek, a vörösrézből dolgozók, az üstkovácsok a különböző vörösréz edényeket gyártották, a sárgarézből dolgozók másképpen övkészítők (gürtlerek), vagy rézgombcsinálók [107] különféle csattokat, gombokat, vereteket készítettek és szakmájuk itt szorosan érintkezett a szíjgyártókéval.

A vörösrézművesek pecsétjein rendesen egy-egy edény látható, amelyet két oldalról egy-egy oroszlán vagy griff tart. A müncheni vörösrézművesek ezenkívül — állítólagos császári adományozásra hivatkozva — pecsétjeiken a kétfejű birodalmi sast is használták [108]. A legrégibb magyarországi rézműves céhpecsét a kassaiaké 1595-ből [109] is ilyen : két griff vörösréz kannát tart, fölötte kétfejű sas. Majdnem ugyanilyen a pozsonyiaké is 1699-ből [110]. A kolozsváriak 1779. évi pecsétjén [111] kétfejű sas helyett ötágú korona van. Nagyon hasonló ehhez a liptószentmiklósiaké 1853-ból [112].

' A sárgarézművesek emblémájának főmotívumai a kis kézi üllő, körző, bőrlyukasztók, szíjgyártókalapács, szíjgyártókés és ráspoly. Ilyen a győri gürtlereké 1768-ból [113], amely ovális címerpajzsban mutatja be az emblémát, fölötte sisak, körülötte címertakaró, a sisakdísz : balját csípőre támasztó, jobbjában kalapácsot tartó növekvő sárgarézműves mester. Hasonló embléma látható a miskolciak három 1808-ból és egy 1845-ből származó pecsétjén is [114].

6. Az önedénygyártók (önművesek) az önedények készítésén kívül a harang- és ágyúöntés mesterségét is folytatták. Ezt fejezik ki céhpecsétjeik is. Igen szép a budai és pesti önművesek 1833. évi címeres pecsétje [115] *(18. ábra)*. A pajzs közepén harang, jobbra kancsó, balra lámpa látható, alul vízszintesen elhelyezett ágyúcső. A pajzs felett sisak díszes címertakaróval. A sisakdísz két egyenként 7—7 zászlócskával megtűzdelt bivalyszarv között csuklós fülű magas önkanna. Ez a címer Európa-szerte elterjedt jelvénye volt az önműveseknek. 1710-ben ugyanezt a címert használták a thüringiai Zeitz város mesterei [116] és majdnem pontosan ugyanilyenek a St. galleni [117] és zürichi [118] önművesek címeres pecsétjei. Igen figyelemre méltó, hogy a zászlócskákkal megtűzdelt két bivalyszarv, amely tulajdonképpen a thüringiai címer ősi sisakdísze, és amely már Albert szász herceg XV. századi lovas pecsétjén is ott szerepel [119], nemcsak a svájci, hanem a magyar városok önműveseihez is eljutott (Pest, Buda, Miskolc). Eredete és jelentősége ekkorra már bizonyára teljesen elhomályosulhatott, mert míg a miskolciak több iparágat egybefoglaló két pecsétjén a motívum aránylag tisztán kivehető, addig a harmadikon, amely az önművesek önállóan használt pecsétje volt, a két bivalyszarv annyira elrajzolt, hogy nem is került szimmetrikusan egymás mellé, a zászlócskák pedig kis gömbökké változtak, úgyhogy a másik két pecsét ismerete nélkül a motívumot nem is lehetne felismerni, sem jelentését megállapítani [120]. Az ősi thüringiai sisakdísz jelenléte messze idegen városok céhpecsétjeiben arra utal, hogy az európai önművesség bölcsője Szászország volt, aminek az a magyarázata, hogy ez az iparág a XIII. sz. óta ott feltárt gazdag ónlelőhelyek bázisán fejlődött ki [121].

7. A bádogosok céhpecsétjei a XIX. századból maradtak fenn. A miskolci bádogosok (Flaschner) egyik pecsétjén bádoglámpa és sisak látható, a másikon férfialak egyik kezében vértet, a másikban sisakot tartva [112]. A soproniak (Spengler) pecsétnyomóján (1838) [123] díszes empire urna van, felette kis bádog-kanna, valószínűleg esőcsatornán alkalmazott díszműbádogos munka, a temesváriakén [124] pedig díszes empire bádoglámpa.

Az ismertetett céhpecsétnyomók anyaga többnyire sárgaréz, vagy vörösréz, de gyakoriak az ezüst nyomók is. Nyelük rendszerint magából a fémből készült, de akad közöttük fanyelű is. Lapjuk leginkább kör-alakú, ritkábban ovális. A pecsétek átmérője 20 és 40 mm között mozog, de található köztük 12 és 50 mm-es is. Több céh egy időben két pecsétet is használt, amint az más állami, megyei, vagy városi testületeknél is szokásban volt. A két pecsét közül az egyiket, a nagyot függőpecsét formájában a fontosabb, nagyobb horderejű iratokra használták, a kisebbet pedig a kevésbé jelentős iratokra rányomva. Két pecsétjük volt a budai, a szegedi lakatosoknak, a győri kovácsoknak, az aradi kerékgyártóknak és kovácsoknak stb.

A megvizsgált pecsétek 40%-ának körirata német nyelvű. Ez érthető is, mivel keletkezésük ideje legtöbbnyire a XVII—XVIII. századra esik, a Habsburg-uralom időszakára, amikor a magyarországi céhintézmény csaknem kizárólag német kapcsolatokat tudott fenntartani. A pecsétek 30%-a magyar, 20%-a latin köriratú, 10%-a körirat nélküli.

A céhpecsétek túlnyomóan a mesterség jellegzetes szerszámait, munkaeszközeit és készítményeit ábrázolják, vagy bizonyos szimbolikus állatokat és képeket. Ezeken kívül a hosszúra nyúlt középkor és az ellenreformáció vallásos korszellemének megfelelően néhány pecsétre a céh védőszentjét is rávésték, mint pl. Szent Eligiust az aradi [125] és nagyváradi [126] kovácscéhek pecsétjeire.

Sok céhpecséten — minden különösebb szimbolikus jelentőség nélkül — ágaskodó oroszlánok is láthatók, első lábuk karmai között tartva a mesterség valamely szerszámát, vagy termelvényét. Az oroszlán a magyar heraldika legkedveltebb és leggyakrabban használt címerállata volt és mint a XVII. század második felétől kezdve tömegesen kiállított nemesi címereslevelek sablonos címerképe szinte népies motívummá vált, nem utolsósorban a mezővárosok primitív céh-heraldikája útján, amely különösen a XVIII—XIX. században a nemesi címerek ágaskodó oroszlánjait állította a céhpecsétek középpontjába. Gyakran használták a magyarországi céhek jelvényeik fölött az ötágú koronát is, mintegy ezzel is jelezve — akárcsak az oroszlánnal — a nemesi rendhez való tartozásukat, aminek jogi alapja ugyan nem volt, de társadalmilag azzal magyarázható, hogy a török hódoltság területéről a szabad királyi városokba huzódó falusi kisnemesség tömegesen vált céhes iparossá, ahol egyéni nemesi öntudatuk elhomályosult ugyan, de halványan tovább élt magának a testületnek a címében, ahová igen gyakran a németes „becsületes" megjelölés mellé, vagy helyébe a magyaros „nemes" jelzőt is odaillesztették [127].

A céhpecsétek motívumai erősen nemzetköziek. Lényegében majdnem ugyanazokat a jelvényeket használták az egyes kézműipari szakmák egész Európában. Ennek részint az a magyarázata, hogy az ipari termelés technikai színvonala a céhrendszer fennállásának idején alig fejlődött valamit és így a kialakult kézműipari szerszámok, amelyek a céhpecsétek többségén a főhelyet foglalták el, Európa-szerte jóformán változatlanok maradtak egészen az ipari forradalomig, sőt az azt túlélő kisipari mesterségekben azon túl is. Az iparos legények kötelező vándorlása évszázadokon keresztül állandó nemzetközi érintkezést teremtett a különböző országok céhei között, és ez a pecsétek meglepően hasonlatos motívumain világosan kidomborodik.

De előfordul a céhpecséteken valamilyen ábra feltüntetésével a céh székhelyére, az illető városra való utalás is. A budai lakatosok és órások mindkét pecsétjükre rávésették az ország címerét is, jelezvén, hogy a királyi főváros céhéről van szó. A jászárokszállási kovácsok és lakatosok pecsétjein a jászok közös címerképe, a jászkürt látható [128]. Más esetben magát a városképet szimbolizálják, mint pl. a marosvásárhelyi csiszárok a nyitott városkapuval, vagy 1725-ben a várpalotai kovácsok és lakatosok a primitív felfogásban pecsétjükre vésett két hegyes sisakalakú toronnyal [129].

Mindezek az ábrák a XVI—XVII. századi pecséteken pajzsba foglalva címerként jelentkeznek és ilyen megjelenésükben igen érdekes, új, eddig csaknem ismeretlen fejezetét jelentik a magyar heraldikának. Késő reneszánsz, barokk és gyakori ovális cartouche pajzsformáik, valamint a bennük elhelyezett címeralakok elrendezése ebben az időszakban általában ízléses és dekoratív. A nyomók vésete is a kor színvonalán áll. A köriratok betűi szépek és szabályosak. Érthető is, hiszen a pecsétvésést ekkor még az ötvösök végezték, akiknek remekelési feladatai között ott szerepelt a „helymes", azaz címeres pecsétek vésése [130].

Később, a XVIII—XIX. században a pecsétek nagy részénél megfigyelhető az ízlés hanyatlása. A vésés kezdetlegesebbé válik. Vándor (cigány) iparosok készítik a pecséteket. A mesterség jelvényei már rendszerint pajzs nélkül szabadon lebegve jelennek meg a pecsétmezőben. Népies, primitív, elrajzolt dekorációs elemek jelentkeznek. A köriratok betűi szabálytalanok, gyakori hibákkal tarkítva. A pecsétek művészi színvonala híven követi a céhrendszer általános hanyatlási irányvonalát. A XVI—XVII. században virágzó magyarországi céhintézmény fokozatosan hanyatlik, míg végül a XIX. század derekán meg is szűnik.

A magyarországi vas- és fémműves céhek pecsétjei a magyar művelődéstörténet eddig alig ismert érdekes emlékei.

Rövidítések: Bor.: Borovszky: Magyarország Vármegyéi és Városai. Bp. Tört. M. Kisc. M.: Budapesti Történeti Múzeum Kiscelli Múzeuma. Lny: Lenyomat. Lsz.: Leltári szám. MNM: Magyar Nemzeti Múzeum. Pny: Pecsétnyomó.

IRODALOM

[1] A kölni iparosok egyezséglevelén 1396-ban már 22 különféle iparág céhpecsétje szerepel. (*Nyáry Albert*: A heraldika vezérfonala. Bp. 1886. 81. l.)

[2] A kassai mészárosoké 1450 (?) (*Myskovszky Viktor*: A kassai mészárosok céhpecsétje. Archeológiai Értesítő 1889. 444. l.), a kassai ötvösöké 1476.,

a kassai barchentkészítőké (takácsok) XV. sz. (*Myskovszky:* A felsőmagyarországi múzeumban levő czéhpecsétekről. Archeológiai Közlemények 1878. 94. l.)

[3] *Gyárfás Tihamér:* Hazai ötvöscéhek régi pecsétei. Múzeumi és Könyvtári Értesítő 1911. 287—289 l., *Kőszeghy Elemér:* Hazai ötvöscéhek pecsétjei. Múzeumi és Könyvtári Értesítő 1912. 288—294. l., *Mihalik Sándor:* Régi magyar ötvöscéhpecsétek. Turul. 1930. 20—29 l.

[4] Csak néhány város céhpecsétjeit publikálták, általában minden ismertetés nélküli reprodukciókban, mint a pozsonyiakat és pozsonymegyeiket, körmöcbányaiakat és temesváriakat a Magyarország Vármegyéi és Városai sorozat megfelelő köteteiben, a kolozsváriakat *Jakab Elek* Kolozsvár története világosító rajzaiban, a szegediket *Reizner János* Szeged történetének III. kötetében és a kassaiakat *Myskovszky Viktor* rövid ismertetéssel „A felsőmagyarországi múzeumban levő czéhpecsétekről" c. cikkében (Archeológiai Közlemények 1878. 94. l.)

[5] Egyedül *Bevilaqua-Borsody Béla* dr. tett kísérletet néhány magyarországi kézműipari szakma céhcímereinek feldolgozására a „Régi és új takácsmesterségek" (Bp. 1942.) „A budai és pesti mészáros céhek ládáinak okiratai" (Bp. 1931.) és „A magyar serfőzés története" (Bp. 1931.) c. munkáiban.

[6] *Grenser, Alfred:* Zunftwappen und Handwerkerinsignien. Frankfurt a. M. 1889., *Seyler, Gustav:* Berufswappen Sibmachers Grosses und Allgemeines Wappenbuch I. 7. Nürnberg 1898. *Stengel, Walter:* Handwerkssiegel im Germanischen Museum. Mitteilungen des Germanischen Nationmaluseums. Nürnberg. 1910.

[7] *Bartha Antal:* Honfoglaláskori kovácsmesterségünkről. Történelmi Szemle 1958. 3—4. sz. 315. l.

[8] *Szücs Jenő:* Városok és kézművesség a XV. századi Magyarországon. Bp. 1955. 132—133 l.

[9] *Zimmermann—Werner:* Urkundenbuch zur Geschichte der Deutschen in Siebenbürgen. Hermannstadt. 1892—1902. II. 449. l.

[10] *Mikulik József:* Magyar kisvárosi élet 1526—1715. Rozsnyó 1885. 58. l.

[11] A debreceni késcsináló céh 1674. évi szabadalomlevele (Debreceni Déri Múzeum Lsz. 1910 : 449.) X. regulája a kovácsok, lakatosok és csiszárok eredeti, régi együttes szabadalomlevelét a „Debreceni Vasműves Emberek Privilégiumá"-nak nevezi.

[12] *Csatkai Endre:* A sárgarézöntő céh Sopronban. Soproni Szemle 1942. 149. l.

[13] „Noha az kovács mesterektül az Szij Gyártó mesterek némi nemüképpen el válnak, mindazonáltal ük is az vas szerszámmal némej dolgokbul élnek és az vasasokkal Szövetségeknek kell lenni." írja a debreceni szíjgyártó céh szabadalomlevele 1683-ban (XXI. articulus., Debrecen város levéltára) (*Rickl Antal:* A debreceni nemes vasáros társaság története. Debrecen 1930. 13. l.)

[14] Kolozsvár 1631., Pozsony 1639., Nagybánya 1640., Debrecen 1674., Körmöcbánya 1678. A késeket eredetileg a csiszárok készítették, ami kitűnik a kassai csiszárok 1461. évi szabályzatából (Magyar Gazdaságtörténeti Szemle 1903. 426. l.)

[15] A mezőgazdasági szerszámokat a régi német nyelvben „Waffen" gyűjtőnévvel jelölték (*Bernt, Walter:* Altes Werkzeug. München. 1939. 8. l.) Példa rá a körmöcbányai kovácscéh pecsétjének körirata : „SIGIL. DER BURGRL. HUFF. UND WAFF. SCHMIT IN CREMNITZ" (*Bor.* Bars vármegye 258. l.)

[16] *Kemény Lajos:* A kassai tűgyártó céh. Iparosok Olvasótára X. évf. 1904. 9—10. sz. 16—17. l.

[17] Pl. a zágrábi és rimaszombati ötvösök a XVI. sz. elején. (*Kőszeghy id.* c. 292—293. l.)

[18] Kassa 1461., Kolozsvár 1462., Nagybánya 1572., Sopron 1580.

[19] Lásd a nagybányai lakatosok 1572. évi szabadalomlevelét (*Szádeczky Lajos:* Nagybánya régi iparáról és céheiről. Századok 1889. 673. l.) és hasonlóképpen a debreceni kovács, lakatos és csiszárcéh 1619. évi kiváltságlevelének 2. articulusát : „Mivel hogy az ő művök 3 rendben áll : Pléh műben, ónos műben, tisztított műben" (*Rickl A.* id. m. 13. l.)

[20] A „fejérmíves" elnevezést használja az alsókőrösi és zágrábi lakatosok céhlevele 1510-ből (Bp-i Egyetemi Könyvtár Priv. Ceharum XXVIII. l. második artikulusa), a sárospatakiak 1608. évi céhlevele (*Zoványi Jenő:* A sárospataki lakatosok, bádogosok, órások, puskaművesek, asztalosok és fejérmívesek czéhlevele 1608-ból. Történelmi Tár 1893. 373. l.) és a pozsonyi lakatosok a XVII. században (*Ferber Mihály:* A pozsonyi céhek története a XVI. században. Bp. 1912. 47. l.)

[21] Kolozsváron 1472-ben (*Szücs* id. m. 118. l.) és Pozsonyban a XVII. sz. elején (*Ferber* id. m. 11. l.)

[22] *Kemény Lajos:* A kassai egyesült lakatos, sarkantyús páncélgyártó és csiszárcéh szabályzata 1461. Magyar Gazdaságtörténeti Szemle 1903. 426. l. és ugyanő : Kassai céhek árszabásai a XVII. századból. — Páncélgyártók és fegyverderékkészítők árszabása 1633-ból. Magyar Gazdaságtörténeti Szemle 1901. 36. l.

[23] Pl. a sárospataki lakatosok, bádogosok, órások stb. céhlevele (l. 20. sz. jegyzet.) és a jolsvai lakatosok 1668. évi céhlevele : „Óragyártó, ha találtatik köztük" (Bpi Egyetemi Könyvtár Priv. Ceharum XXVIII. 10.)

[24] *Szabó György:* A falusi kovács a XV—XVI. században. Folia Archeologica 1954. 133. l.

[25] *Hegi, Friedrich:* Geschichte der Zunft zur Schmiden in Zürich. 1336—1912. Zürich. 1912. 12. l.

[26] *Gumowski, M.—Haisig, M.—Mikucki, S.:* Sfragistyka. Warszawa. 1960. XXV. tábla és *Grenser* id. m. 44. l.

[27] *Grenser* id. m. 85. l.

[28] Ilyen régi időből származó magyar céhpecsétünk nincs, de nem lehet véletlen, hogy az ősi vasiparáról nevezetes Nagyrőce városka 1711. évi pecsétjén a szóbanforgó két egyszerű szerszám látható későgót pajzsba foglalva, amelyet egy kardos vitéz tart. (*Bor.* Gömör vármegye 163. l.)

[29] *Thallóczy Lajos:* Két szepsi-i czéhpecsét. Archeológiai Értesítő 1879. 145. l. 1. sz. ábra.

[30] *Ferenczi József:* A céhek XVI. századbeli pecsétjeihez. Történelmi Tár. 1878. 341. l.

[31] *Myskovszky:* A felsőmagyarországi múzeumban levő czéhpecsétekről c. id. m. 94. l.

[32] A győri Xantus János múzeumban.

[33] Pny. MNM. Lsz. 119/1877. 169.

[34] *Jakab Elek:* Kolozsvár története világosító rajzai Buda 1870. VII. tábla 13. sz. ábra.

[35] Pny. a debreceni Déri múzeumban.

[36] Pny. MNM. Lsz. 59/1877. 8.

[37] Pny. MNM. Lsz. 4/1898. 13, 4/1898. 11.

[38] Pny. MNM. Lsz. 62/1881.

[39] Lny. a németújvári kovácsok 1676. évi céh szabadalomlevelén a Bpi Egyetemi Könyvtárban Priv. Ceharum XXVI. 12.

[40] Pny. MNM. Lsz. 119/1877. 125.

[41] Pny. MNM. Lsz. 263/1875. 7.

[42] Pny. MNM. Lsz. 59/1877. 9.

[43] L. 15. sz. jegyzetet.

[44] Pny. a soproni Liszt Ferenc múzeumban Lsz. 55. 1040. l.

[45] Lny. az 1780. évi szabadalomlevélen. Technické Muzeum r. Kosiciacha.

[46] Pny. a nagykőrösi Arany János múzeumban.

[47] *Grenser* id. m. 43—44. l. és *Galbreath:* Handbüchlein der Heraldik. München. 1930. 110. l.

[48] *Ströhl, H. G.:* Heraldischer Atlas. Stuttgart. 1889. Tafel LXIV. Fig. 11.

[49] Pny. MNM. Lsz. 119/1877. 162.

[50] Lny. a Bpi Egyetemi Könyvtár Priv. Ceharum XXVI. 24.

[51] Pny. a veszprémi Bakonyi múzeumban.

[52] Pny. a szegedi Móra Ferenc múzeumban. Lsz. 123/1905.

[53] L. 44. sz. jegyzetet.
[54] *Gründel, Paul:* Die Wappensymbolik. Leipzig. 1907. 57. l.
[55] *Ströhl* id. m. Taf. LX. Fig. 5., *Solis Virgil*: Wappenbüchlein. München, 1886. 19. l., *Bárczay Oszkár:* A heraldika kézikönyve. Bp. 1897. 393—395. l.
[56] *Szalay Imre:* Magyar köriratú pecsétek. Századok. 1877. 678. l. Pny. MNM. Lsz. 119/1877. 153.
[57] Pny. MNM. Lsz. 7/1908. 7.
[58] Mindkét pny. a debreceni Déri múzeumban.
[59] Pny. a soproni Liszt Ferenc múzeumban Lsz. 55. 1016. l.
[60] *Deák Farkas:* Nehány hazai pecsét. Archeológiai Értesítő 1878. 68. l.
[61] Pny. MNM. Lsz. 17/1900.
[62] Lny. a céh 1651. évi kiváltságlevelén. Bpi Egyetemi Könyvtár. Priv. Ceharum XXVIII. 8.
[63] *Thallóczy* id. c. 2. sz. ábra.
[64] Pny. MNM. Lsz. 59/1877. 4.
[65] Pny. MNM. Lsz. 59/1877. 16.
[66] *Szeremlei Samu:* Hódmezővásárhely története. Budapest. 1900—1913. IV. köt. 351. l. 112. sz. ábra és 323. l. 102. sz. ábra.
[67] Pny. a soproni Liszt Ferenc múzeumban Lsz. 55—1041. l.
[68] Mind a négy pny. MNM. Lsz. 119/1877. 214. 10, 119/1877. 213. 18., 119/1877. 214. 5., 119/1877. 213. 11.
[69] *Temesváry Ferenc:* A nagyvázsonyi Kinizsi vár lakatosipari termékei. 1961. 41. l.
[70] Ua. 48. l.
[71] Pny. Bp. Tört. M. Kisc. M. Lsz. 1134/4. és 479/132.
[72] *Jakab Elek* id. m. VII. tábla 17. sz. ábra.
[73] *Borovszky:* Pozsony vármegye és Pozsony 309. l. 10. sz. ábra.
[74] Pny. a szombathelyi Savaria múzeumban Lsz. 54. 783. 12.
[75] Lny. a veszprémi lakatoscéh által 1692-ben a székesfehérvári lakatosok részére átadott szabadalomlevélen. Bpi Egyetemi Könyvtár Priv. Ceharum XXVIII./3.
[76] Pny. a győri Xantus János múzeumban.
[77] Pny. ugyanott.
[78] Pny. MNM. Lsz. 263/1875. 9.
[79] Lásd 71. jegyzetet.
[80] Mindkét pny. a szegedi Móra Ferenc múzeumban Lsz. 122/1904., 121/1905.
[81] *Borovszky:* Bars vármegye 258. l.
[82] *Borovszky:* Pozsony vármegye és Pozsony 309. l. 14. sz. ábra.
[83] *Jakab Elek* id. m. VI. tábla 18. sz. ábra.
[84] *Kőszeghy* id. m. 292—294. l.
[85] Pny. MNM. Lsz. 116/1880. 4.
[86] Pny. MNM. Lsz. 48/1880. 2.
[87] *Forgeais, Arthur:* Numismatique des corporations parisiennes, métiers etc. d'après les plombs historiés trouvés dans la Seine. Paris. 1874. Couteliers.
[88] *Grenser*, id. m. 66—70. l.
[89] *Hegi* id. m. 169. l.
[90] Pny. a debreceni Déri múzeumban.
[91] *Borovszky:* Bars vármegye 258 l.
[92] Pny MNM. Lsz. 42/1885.
[93] A szegedi Móra Ferenc múzeumban tévesen, mint a lakatos és puskaműves céh ládája van nyilvántartva.
[94] I. Ferdinánd címeres levele 1535-ből az ambergi és neumarkti kardkovácsok részére és 1563-ból a magdeburgiak részére (*Grenser* id. m. 68—70 és 94—95. l.)
[95] *Kőszeghy* id. m. 293. l.
[96] Pny. MNM. Lsz. 55. 356. c.
[97] Pny. a győri Xantus János múzeumban
[98] Hasonló pajzsokat mutat be *Kalmár János:* A magyar huszár tárcsapajzs c. dolgozatában. Folia Archeologica 1961. 195. l.
[99] Pny. MNM. Lsz. 118/1913. 2.
[100] Pny. Bp. Tört. M. kisc. m. Lsz. 479/104.
[101] *Bernt, Walter:* Altes Werkzeug. München. 1939. 136. l. 138. ábra.
[102] Pny. MNM. Lsz. 55. 355. c.
[103] *Seyler, G.:* Berufswappen. Sibmachers Grosses und Allgemeines Wappenbuch. I. Band. 7. Abt. Nürnberg 1898. 103. l. 147. tábla 2. sz. ábra.
[104] Pny. MNM. Lsz. 119/1877. 214. 13. Tévesen valamely kötélverő céhmester pecsétjeként van nyilvántartva.
[105] Mind a három pecsétnyomó a MNM-ban Lsz. 8/1880. 6., 8/1880. l. és 8/1880. 4.
[106] Megjegyzés: sem *Grenser*, sem *Seyler* nem ismerte fel a húros pergőfúrót a tűkészítők pecsétjein.
[107] Ezt az elnevezést használják egy 1812. évi szegedi limitációban. (*Jenőfi Éva:* Adatok a szegedi német telepesek és céhek történetéhez. Bp. 1932. 29. l.)
[108] *Grenser* id. m. 53. l. XIII. tábla.
[109] *Myskovszky* id. c. Archeológiai Közlemények 1878. 94. l.
[110] *Borovszky:* Pozsony vármegye és Pozsony 309. l. 4. sz. ábra.
[111] *Jakab E.* id. m. VI. tábla 23. sz. ábra.
[112] Pny. MNM. Lsz. 59/1877. 18.
[113] Pny. a győri Xantus János múzeumban.
[114] Mind a négy pny. a MNM-ban Lsz. 8/1880. l., 8/1880. 3., 8/1880. 7 és 8/1880. 6.
[115] Pny Bp. Tört. M. Kisc. M. Lsz. 479/138.
[116] *Grenser* id. m. 118. l.
[117] *Hintze, Erwin:* Die deutschen Zinngiesser und ihre Marken. Leipzig. 1931. VII. köt. VI. lap.
[118] *Hegi* id. m. 165. l.
[119] *Ströhl* id. m. LXIII. tábla, 6. ábra.
[120] Mind a három pny. a MNM-ban Lsz. 8/1880. 6., 8/1880. l. és 8/1880. 5.
[121] *Éber László:* Művészeti Lexikon II. köt. 232. l. (Payrné: Ónedények.)
[122] Mindkét pny. a MNM-ban. Lsz. 8/1880. 6. és 8/1880. l.
[123] Pny. a soproni Liszt Ferenc múzeumban Lsz. 55. 1026. l.
[124] *Borovszky:* Temes vármegye és Temesvár 267. l. 17. sz. ábra.
[125] Mind a két pny. a MNM-ban Lsz. 4/1—898. 13. és 4/1898. 8.
[126] Pny. MNM. Lsz. 7/1908. 7.
[127] *Bevilaqua-Borsody Béla* dr.: Régi és új takácsmesterségek. Bp. 1942. 247. l.
[128] Mindkét pny. a MNM-ban Lsz. 116/1880. 3. és 116/1880. 4.
[129] Pny. MNM. Lsz. 76/1903. 2.
[130] Lásd a kolozsvári ötvöscéh 1561. évi (*Novák János:* A kolozsvári ötvöscéh a XVIII. századig. Kolozsvár 1913. 13. l.) a debreceni ötvöscéh 1557. és 1598. évi (*Zoltai Lajos:* Ötvösök és ötvösmunkák Debrecenben. Debrecen 1937. 36. l.) és a marosvásárhelyi ötvöscéh 1632. évi (*Szádeczky Lajos:* Iparfejlődés és a céhek története Magyarországon. Bp. 1913. II. köt. 119. l.) céhszabályzatában.

Helytelen—**helyes**

Természetesen a tulajdonságvizsgálatok mindig figyelembe veszik a kikészítés *formáját a felhasználási terület függvényében.* — Természetesen a tulajdonságvizsgálatok során mindig figyelembe veszik a kikészítés **módját és igazodnak a felhasználás kívánalmaihoz.**

Újabban *közöltek* olyan módszert, amely a szulfonáttal *való* és ugyancsak vörös színű kelát-vegyület *képzésén* alapszik. — Újabban olyan módszert **közöltek**, amely a szulfonáttal **alkotott** vörös színű kelát-vegyület **használatán** alapszik. (Az első mondat nehezen érthető, míg a másik mondat egyértelműen fejezi ki a mondanivalót.)

Könyvismertetés

Vas- és fémipari anyagismeret *(Benedek—dr. Kismarthy—Moskovszky—Osoha)*

A könyvet a Műszaki Kiadó az „Ipari Szakkönyvtár" sorozatban 1963-ban jelentette meg tanító és adatgyűjteményével segítő kézikönyvként. Ugyanis az ipari munka jó végzéséhez, a gyártási eljárások, valamint a termékek állandó fejlesztéséhez a használt anyagok alapos és sokoldalú ismerete elengedhetetlenül szükséges. A szerzők az 500 oldal terjedelmű munkában a vas és fémipar fémanyagainak és a belőlük gyártott kohászati termékeknek az összefoglaló ismertetését dolgozták fel, mint írják az áttekintést megkönnyíteni és a legmegfelelőbb kiválasztást segíteni.

Az anyag és termékismeret az alkalmazott természettudományokhoz tartozik és elsajátítása az alaptudományok pl. a fizika, kémia, matematika középfokú tudását megkívánja. A szerzők munkájukban arra vállalkoztak, hogy a tanítást és ismeretanyag közlését szerényebb elméleti előképzettség feltételezésével oldják meg. Ennek érdekében főleg az első fejezetekben az ellentétes szakmai és didaktikai követelmények között némelykor az utóbbi javára tettek engedményt.

A következőben a könyv fejezeteinek sorrendjében annak tartalmáról, a szerzők munkájának eredményességéről és a nyilvánvaló használati értékről számolok be. Természetesen csak a főbb jellegzetességekre térek ki.

Az első fejezet a fémek szerkezetének atomi, mikro és makro világába vezeti az olvasót. Olvasmányosságra törekszik, azonban a szavak szemléltető erejének szándékos használata, pl. rajzó elektronok, zsúfolt protonok stb. nem minden esetben alkalmas hasonlatok a képzetünkben különféle atomfizikai modellekhez kapcsolt fogalmak pontos visszaadására. A 6. ábrán értelemzavaró a térben központos és felületén központos köbös rácselemek véletlen felcserélése.

A második fejezet az iparban használt fémek és ötvözeteket rendszerezi, jellemző tulajdonságaik feltüntetésével. Teljességre törekszik és a 39 „fontosabb" fém közé az ötvözőanyagként, műszerekben, vagy félvezetőként használt félfémekből is (pl. Sb) felsorol néhányat. Az ipari nyersanyagként használt fémekkel szemben támasztott követelményeket röviden taglalja és a vas-acél, az alumínium-magnézium bázisú könnyűfémek, valamint a nehéz színes fémek, illetve gyakoribb ötvözeteik fajtáit, ezek meghatározó tulajdonságait, s ebből eredő használati területüket röviden áttekinthetően foglalja össze. Az acélok tárgyalásakor kitér az új szabványosítási alapelvekre és az új acélszabványtervezet gerincét bemutatja.

A harmadik, a vas-acél és fémgyártmányok előállításával foglalkozó fejezet szövege az egyszerűsítés érdekében a szakmai pontosság rovására a gyártási folyamatok leírásakor, pl. a nyersvasgyártás, vagy az alumínium kohászatról szóló szakaszokban engedményeket tesz. Az alumíniumkohászat taglalásakor a tűzfolyás elektrolitban a kriolit olvadáspontjának szerepét egy-két mondatban kívánatos lett volna megemlíteni. Elektrolízis közben az elektrolitfürdőben csak kb. 6—8% alumíniumoxidot oldanak. Egyébként a vaskohászatban és az alumíniumiparban elterjedt eljárásokról összefoglaló képet rajzol.

A negyedik rövid fejezet a vas-acélok és fémek meleg és hidegalakításának, valamint hőkezelésének hatását tárgyalja azok technikai és egyéb tulajdonságára, jól követhető felépítésben.

A terjedelmesebb ötödik fejezet két témakörrel foglalkozik. Az acél és fémszerkezetek igénybevétele címszövegű részben a szilárdságtani alapfogalmakkal, a fizikai, pl. mágneses elektromos hő stb. és kémiai, pl. korróziós hatások jelenségeivel ismerteti az olvasót. Itt tárgyalja a hegeszthetőségi követelményeket. A fejezet a szakszerűség és egyszerűség követelményének egyaránt eleget tesz.

A vas-acél és fémanyagok vizsgálati módszereit taglalja a hatodik fejezet. A mondanivalót mérési alapfogalmak, elvek és mértékrendszerek összefoglaló ismertetésével vezeti be, majd a szilárdsági pl. szakító nyomó-, hajlító, csavaró, nyíró és a keménységi vizsgálatok statikus és dinamikus változatainak, valamint a fárasztó próbák végrehajtásának és a származtatott mérőszámok ismertetésének leírásával zárja. A téma feldolgozása az igényes szakkönyv szintjét mutatja, a keménység vizsgálati szakasz táblázatai pedig az adatokat a kézikönyvek részletességével közlik.

A hetedik, nyolcadik és kilencedik fejezetek a vas-acél, a fémanyagok, valamint az ezekből előállított kohászati termékek leíró és táblázatos rendszerezésével, ismertetésével a könyv terjedelemnek a felét foglalják el és azt igen értékes kézikönyvvé teszik. A rendszerezés alapját elsősorban a szabványok előírásai képezik, de az azokon túlmenő útmutató célzattal írt elemző szöveg a feldolgozást a szabványokon túlemelkedő használati értékkel ruházza fel.

A tizedik, tizenegyedik fejezetek a vas-acél és fémgyártmányok szállítás, raktározás közbeni felületi védelmére, valamint a szakszerű raktározásra és a raktárszervezésre ad hasznos tanácsokat. A raktározás elemzésében a célszerűség, gazdaságosság a gépi anyagmozgatás, a raktártelepítés, szervezés, ügyvitel stb. szempontjain kívül a biztonság és balesetévédelem problémáira is kitér. A beszerzés témáját a kötött anyaggazdálkodás rendszerének és végrehajtó szerveinek összefoglaló ismertetésével teszi áttekinthettővé.

A tizenkettedik fejezet a vas-acél és fémgyártmányok belföldi árainak rendszerét mutatja be. A nettó termelő árak, az alap és felárak alkalmazására a minőség, a méret és szelvénybonyolultság szerint útmutatást ad. Ártáblázatai a hasznos kézikönyv igényének tesznek eleget. A fejezet szerzője a munkaközben váratlanul elhúnyt *Moskovszky Lajos* nagytudású mérnök a kohászati termékek és árazásuk országosan elismert tudós művelője. Szellemi hagyatékait ez a könyv is őrzi.

A kiadó a könyvet a vas-acél és fémanyagokat, a kohászati termékeket feldolgozó, illetve felhasználó iparágak szakmunkásainak tanulására és utánnézőként ajánlja. Ettől szélesebb körű érdeklődésre tarthat számot. A szövegben és kereken 260 táblázatban rendszerezetten megírt anyag-, termék- és árismeret a könyvet az érintett iparágak dolgozóinak többsége számára tanító és szakkönyvvé, vagy kézikönyvvé avatja.

Korán Imre

Gerhard Gentzsch: **Fachbibliographie der Umformtechnik. Band I. Drahtherstellung und Bearbeitung.** 1950—1960.

Folyóiratokból a drótszakmát érintő irodalom kikeresése nagy fáradsággal jár és sok időt vesz igénybe. Különösen a tárgyhoz tartozó idegen nyelvű szakirodalom felkutatása majdnem lehetetlen részben folyóiratok hiánya, részben nyelvi nehézségek miatt. Oly bibliográfia, mely csak a tanulmányok címeit sorolja fel felhasználáskor sok felesleges munkát okoz, mert a címek a tanulmány tartalmát nem minden esetben fedik. A szerző minden irodalmi cikket rövid összefoglalóval látott el, ami felesleges munkától kíméli meg a felhasználót. Idegen nyelvű cikkek címei eredeti és német fordításban szerepelnek, melynek előnye kézenfekvő.

Örömmel üdvözöljük a szerző alakítási technika szakirodalma I. kötetét, mely a huzal előállításával és megmunkálásával foglalkozik. Ez a bibliográfia 2512 tanulmányt ismertet, melyek 1950—1960-ig a világon megjelenő 290 különböző folyóiratban jelentek meg. A témakört 32 fejezetben 270 szakaszban tárgyalja. Tartalomjegyzékben a keresett szakasz gyorsan megtalálható. A szakaszokban a cikkek a szerzők betűrendben felsorolt neveinél szerepelnek. A szerzők neveit külön betűrendes jegyzékben tüntette fel. Minden közleményt egyszer sorol fel, még ha értelmileg több fejezetbe és szakaszba is tartozik. Oly közlemény felkutatása, amely oly témát tárgyal, amelyik más fejezetben van felsorolva, betűrendes tartalomjegyzék segélyével megtalálható.

A mű tartalmának rövid ismertetése: Drótgyártásról általánosságban. Hengerhuzalgyártás elmélete, berendezései. Tizenkét ország acéldrót hengerműveinek ismertetése, rozsdaálló acél-, réz- alumínium- titán-

hengerhuzalművek. Hengerhuzal revétlenítése, vegyi úton, mechanikai úton. Dróthúzás, elmélet, húzási folyamat, húzószerszám, surlódás, hőfok, húzósebesség, ellenhúzás befolyása, mechanikai tulajdonságok változása, számítások dróthúzáskor. Húzási eljárások, nagysebességű, melegenhúzás, szénacél-ötvözöttacél húzása, réz, horgany, wolfram, titán, cirkon húzása. Húzószerszámok, húzóvas, húzókő (keményfém-gyémánt), húzószerszám készítés, karbantartás. Húzógépek, kiállítások, vásárok, vezérlés, szabályozás, meghajtás, felcsévélés, hűtés, többszörös húzás, ellenhúzás, kombinált húzógépek, húzópadok. Kenés, acél és nem vas fémek húzásához. Különleges húzási eljárások. Huzal hőkezelése, lágyítás, patentozás, nemesítés. Felületkezelés, horganyzás, alumíniumozás, ónozás, rezezés, műanyagbevonás. Drótanyag megválasztása, mechanikai, vegyi vizsgálat. Kikészítés, egyengetés, leszabás feszítés, csavarás, csomagolás. Raktározás. Drótgyártmányok, drótszövet, fonat, láncok, tű, drótzömítés, sajtolás, feszített beton, tüskésdrót, hegesztőelektróda, drótkötél, kábelek, vezetékek. Szabványok.

Ez a munka kitűnő segédeszközt jelent a huzalgyártás egyes tényezőinek irodalmi kutatásaihoz, szervezési, gazdaságossági, technikai kutatási, fejlesztési munkákhoz. A 2512 irodalmi adatot tartalmazó 700 oldalú vászonkötésű könyv 1962-ben jelent meg, beszerezhető: Michael Triltsch Verlag Draht Welt Düsseldorf. Jahnstrasse 36. *Mankher Lajos*

Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar lajstromszám: *151 079.* **Eljárás érceknek vagy ércek maradékainak kezelésére.** Soc. des Acieries Pompey cég, *Hercog László* és *Baecker László* mérnökök. Bejelentés napja: 1962. március 12.

A vasoolitok feldolgozása során a vasmennyiség $^1/_3$-a elvész. A találmány szerint ezek az ércek is gazdaságosan dolgozhatók fel.

Magyar lajstromszám: 151 081. **Eljárás vasércek kezelésére mágneses elválasztás alkalmazásával.** Soc. des Acieries de Pompey cég, *Hercog Jenő* és *Baecker László* mérnökök. Bejelentés napja: 1962. március 12.

Az eljárás gyengén mágneses vasoxidokat (alfasesquioxid, gamma-vashidrát, limonit) tartalmazó szilikátos, kalcitos ércek gazdaságos feldolgozására szolgál.

Magyar lajstromszám: 151 126. **Eljárás cirkonötvözetek folyamatos és gazdaságos előállítására.** Magyar Vasötvözetgyár, *Szalai János, Wendler Géza, Horinka István* és *Sziklavári János* kohómérnökök. Bejelentés napja: 1961. december 30.

A cirkon-ötvözetek előállításakor mindig fellép az a nehézség, hogy nagy olvadáspontú karbidok is keletkeznek elég nagy mennyiségben és ezek lerakódnak a kemencében. Ennek hatására a folyamatos gyártás egy idő után megakad és nagy a cirkon vesztesége is. A karbidképződés csökkentésére a kemencébe ferroszilíciumot adagoltak. Kisebb mennyiségben ez esetben is keletkeztek karbidok és ezért időnként a kemencét ferroszilíciummal mosatták át. A cirkon-kihozatal a fentvázolt nehézségek miatt csupán 40—50%. A találmány szerint a cirkonkihozatal 80—90%-ra növelhető, ha a ferroötvözet gyártó kemence egyik fázisára cirkonötvözet elegyet, míg a többi fázisára ferroszilícium ércelegyet adagolnak. Egyidejűleg végzik el a cirkonelegy és a ferroszilíciumelegy redukcióját. Először a cirkonelegyes fázist csapolják le és helyébe ferroszilíciumelegyet táplálnak be, majd a ferroszilíciumfázis lecsapolása után helyébe cirkon elegyet adagolnak. A találmány szerinti eljárás úgy folyamatos, hogy a háromfázisú elektromos kemencében az egyik fázisra állandóan ferroszilíciumot, míg a másik kettőre felváltva adagolnak cirkonelegyet és ferroszilíciumot. Az így kapott termék cirkontartalma 25—35%, 80—90%-os cirkonkihozatal mellett.

Magyar lajstromszám: 151 138. **Titántartalmú komplex ötvözőanyag és eljárás acélok, öntészeti vas- és egyéb fémek ötvözésére, dezoxidálására és kezelésére.** *Horváth Dezső* okl. kohómérnök. Bejelentés napja: 1963. január 16.

Az acélok ötvözésére titánnal már többféle eljárás ismeretes. Az alumíniumos redukció, a termites eljárás stb. hatékonysága igen kétséges, mert a titántartalom beállítása nagyon bizonytalan és a titánveszteség 50—100% is lehet. Ezen ok miatt kerültek háttérbe a különben jó tulajdonságokkal rendelkező titán-acélok. A találmány tárgyát képező titán-tartalmú komplex ötvözőanyaggal, amely a titánon kívül mangánt és alumíniumot is tartalmaz, az acél titántartalma nehézség nélkül, üstben is beállítható. Az ötvözés találati biztonsága igen jó, átlagosan 95% feletti. A komplex ötvözőanyag mangán és alumíniumtartalma a felhasználási céltól függően tág határok között változhat, olvadáspontja 1220 C° alatti. Ezekben az ötvözetekben a mangán mennyisége 40—80%, az alumínium mennyisége nagyobb legyen, mint a titáné és a titán mennyisége 10—20% között változik. A komplex ötvözet adagolásával 15—20% titán-tartalmú MnTiAl ötvözettel elérik azt a titántartalmat, amit különben csak 30—40 százalékos ferrotitán adagolása biztosítana. Az új komplex ötvözőanyag acélok dezoxidálására is jó eredménnyel használható, mivel az olvadáspontot a mangánoxidul leszállítja úgy, hogy a dezoxidáló termékek a fürdőből gyorsan eltávolíthatók. *Stiller Ottóné*

Műszaki gazdasági hírek

A **japán** *vas- és acélipar* fejlődése

A japán acéltermelés 1961-ben elérte a 28,3 millió tonnát és ezzel a világ acéltermelőinek sorában az USA, a Szovjetunió és az NSZK mögött a negyedik helyet foglalta el, Angliát az utolsó években szorítva maga mögé. Az 1961-es évnek az 1960-ashoz mért 27,4%-os termelésnövekedését igen nagy beruházások és a műszaki fejlesztések sora tette lehetővé.

Történelmi áttekintés

Az első japán nagyolvasztót 1887-benKamaishiben helyezték üzembe, az első SM-kemence pedig 1890-ben került üzembe. Innen kezdve az acélipar gyorsan fejlődött, döntően állami érdekeltségek keretein belül. A legnagyobb állami vas- és acélgyár, a Yawataművek, 1901-ben kezdett termelni és ez a mű a teljes japán acéltermelésnek több, mint a felét hozza.

Az első világháború küszöbén, 1913-ban, a japán nyersvastermelés 243 000 t, az acéltermelés 255 000 t volt. Jelentős termelésemelkedés következett be a háborús évek alatt, majd azt követően is és 1929-re az 1913-as termelés megkétszereződött.

Nyersanyagellátás

A japán vas- és acélgyártás kezdettől fogva hiányában van megfelelő mennyiségű alapanyagnak.

1961-ben az összes vasércfelhasználás 22,04 millió t volt, melyből a hazai bányák csak 1,14 millió t-t fedeztek, tehát a felhasználás kereken 5%-át.

A második világháború előtt főleg Malaya, a Fülöp-szigetek és Kína szállították az ércet. A háborút követően Kína kiesett és az igényeket most döntően India, Goa, Kanada és az USA bányáiból fedezik. Importálnak még a délafrikai Rhodéziából és újabban Brazíliából. Ez utóbbi lehetőséget kezdik erősíteni, minthogy a vásárolt brazil érc igen jó minőségű, nagy Fe-tartalmú, kevés szennyezővel. Szó van arról, hogy Japán segítséget nyújt a dominikai és chilei ércbányászat fejlesztéséhez és onnan is behoz ércet.

Az ércfelhasználás és import alakulása a következő volt (1000 t-ban):

Év	Hazai bányászat	Import	Összes felhaszn.
1935	510	3 646	4 156
1940	1123	5 129	6 252
1945	1635	78	1 713
1950	825	1 425	2 250
1955	980	5 490	6 470
1960	1302	14 861	16 163
1961	1144	20 899	22 043

A szénellátásban kevésbé szorulnak importra. Az 1961-es 65,5 millió t összes szénfelhasználásból 54,5 millió t-t fedeztek a hazai bányák és 11 millió t volt az import. Az összes japán szénfelhasználásra vonatkozó számok azonban nem tükrözik hűen a vaskohászaton belüli szénhelyzetet, mert a jól besorolható hazai szenekből erős hiány van. Így a kokszolható szenekben is erősen az importra kell támaszkodniok. A vas- és acélipar 1961. évi 14,67 millió t kokszolható szénigényének 56%-át importálták.

1945 előtt főleg Kínából és Mandzsuriából hozták be a szenet. A második világháború után azonban ezek a lehetőségek megszűntek. Jelenleg a legnagyobb szénszállító az USA, számottevő mennyiséget importálnak Ausztráliából és a SZU-ból. Az 1961-es importból az USA 5,9 millió, Ausztrália, 2,5 millió és a Szovjetunió 0,9 millió t-val részesedett, míg 1,5 millió t-t több kisebb tételben fedeztek. Az aránylag drága amerikai szén és a nagy fuvarköltségek erősen terhelik a nyersvasgyártás költségeit. E tehertétel csökkentésére kísérleteket folytatnak a japán vasgyárakban a hazai gyengébb minőségű szenek keverésével. Kokszoláskor az amerikai és hazai szeneket általában a 4 : 1 arányban keverik.

Az ócskavas import is jelentős és amíg a japán acélgyártásban az SM-eljárás a döntő hányad, addig ez a tehertétel súlyosan jelentkezik. Az utóbbi években az ócskavas felhasználás és az igények fedezése a következőképpen alakult (1000 t-ban) :

Év	Hazai	Import	Összes felhaszn.
1953	3,78	1,14	4,92
1957	5,78	3,32	9,10
1961	11,43	7,04	18,47

A legnagyobb ócskavasszállító az USA, ahonnan pl. 1961-ben 5,30 millió t-t vásároltak.

Vas- és acéltermelés

A második világháború végén a vas- és acéliparban számottevő volt a rombolás, az anyaghiány és a rendeléshiány. Míg 1943-ban az acéltermelés meghaladta a 7 millió t-t, addig az 1946-os termelés 0,5 millió t volt. A háborút közvetlen követő években a fejlődés aránylag lassú volt. Az első nagyobb lökést a koreai háború kitörése (1950) jelentette, majd a nagy amerikai acélipari sztrájk idején (1951—52) jutott a japán vaskohászat jelentős megrendelésekhez. A következő nagy ugrást az 1959—60-as korszerűsítések és beruházások hozták. Ezek révén az 1958. évi 15,8 millió t acéltermelés 1961-re 28,26 millió t-ra növekedett. Az utóbbi években bekövetkezett hatalmas termelésnövekedés emelte Japánt a világ acélgyártói sorában a negyedik helyre.

A vas- és acél-, valamint hengereltárugyártás a következő fejlődést mutatja (10^6 t-ban) :

Év	Nyersvas	Acél				Hengereltáru		
		SM	konverter	elektro	összes	tömegacél	nemesacél	összes
1930	1,16	2,23	—	0,06	2,29	1,84	0,018	1,86
1935	1,91	4,46	—	0,24	4,70	3,73	0,070	3,80
1940	3,51	5,54	0,23	1,08	6,85	4,52	0,21	4,73
1945	0,98	1,23	0,04	0,69	1,96	0,89	0,26	1,15
1950	2,23	3,89	0,19	0,75	4,83	3,49	0,080	3,57
1955	5,21	7,81	0,40	1,19	9,40	6,81	0,32	7,13
1960	11,89	15,04	2,63	4,46	22,13	15,67	1,17	16,84
1961	15,82	16,97	5,36	5,94	28,27	19,94	1,47	21,41

A japán acéltermelés tehát 1950 és 1961 között megötszöröződött. A nyersvastermelés nem követte arányosan az acéltermelés emelkedését. Az elektroacél termelési számainak 1958-at követő évenkénti igen jelentős emelkedése különösen figyelemre méltó.

A vaskohászatban foglalkoztatottak száma a következők szerint alakult :

Év	Műszaki és adm.	Munkás	Összesen
1950	23 811	140 690	164 501
1954	29 947	158 295	188 242
1958	34 062	134 775	208 837
1960	40 866	221 891	262 757
1961	48 626	261 777	310 403

Az egy tonna nyersvas, ill. acél előállítására fordított összes munkaórák száma (közvetlen és közvetett együtt) igen kedvezően alakult :

Év	Összes munkaóra ráfordítás		
	1 t nyersvasra	1 t SM acélra	1 t.elektro-acélra
1954	8,77	7,87	19 48
1958	6,21	6,03	13,90
1960	4,50	5,92	11,16

Szakmunkásokban jelentős hiány van, ami az utóbbi években üzembehelyezett számos vaskohászati új berendezés következménye. A hiány kielégítése valószínűleg több évet fog igénybe venni.

A vaskohászatban heti 6 napot dolgoznak, napi 7 órával.

Fejlesztés és racionalizálás a vaskohászatban

A japán vas- és acélgyártás nyersanyagellátási és ezzel kapcsolatos szállítási problémái meglehetősen hátrányosan terhelik a gyártási költségeket. Ezért érthető, hogy a világpiaci versenyben való részvétel a japán vaskohászokat a legkorszerűbb és leggazdaságosabb eljárások és berendezések használatára ösztönzik. A japán iparvezetés több korszerűsítési programot hajtott végre. Az első 1950—55 között került végrehajtásra és ennek keretében a vaskohászati beruházásokra 355 millió USA dollárt fordítottak. A második öt éves program (1956—60) során a beruházott érték 1900 millió USA dollárra rúgott. Az 1960-ban meghirdetett távlati fejlesztési terv (mely 1960—70-re szólt) 1970-re 48 millió t acéltermelést irányzott elő. Ez a tervek szerint 1970-ben 430 kg/fő éves acéltermelésnek felel meg, ami nem látszik túlzottan erőltetett célkitűzésnek, ha a japán iparosodást vesszük figyelembe.

A vaskohászati fejlesztésekben a fő törekvés korszerű berendezések üzembe helyezése. 1961-ben pl. öt nagyolvasztót, hat LD-konvertert, két durvalemezsort és három hideg szalagsort helyeztek üzembe.

A fejlesztések során a termelékenységre és a kihozatal javítására törekszenek. Így pl. az 1 t nyersvas előállításához felhasznált kokszot pár év alatt az átlagos 727 kg-ról 593 kg-ra csökkentették, de néhány legkorszerűbb nagyolvasztójukban már csak 497 kg a fogyasztás. Az 1 m^3 kohótérfogatra vetített 24 ó termelési átlag a korábbi 0,84 t-ról 1,17 t-ra javult, de egyes nagyolvasztókban már 1,52 t-t is elérték (az Osaka-művekben).

Erős ütemben fejlesztik az LD-konverteres acélgyártást. Az első ilyen üzemet 1957-ben indították a Yawata-műben. Már 1959-ben a teljes japán acéltermelés 7%-át gyártották így és ez a részesedés 1960-ban 12%-ra, 1961-ben 19%-ra emelkedett. A tervek szerint 1965-ben 39%-os lesz az LD-gyártás részesedése.

Növelik a lapos hengereltáru gyártását. Korszerű lemez- és abroncssorokat helyeznek üzembe. 1959—60—61-ben pl. összesen öt új szélesabroncssort indítottak.

Export—import

Az alapanyagokból nagy behozataluk mellett a vaskohászati féltermékek és készáruk forgalma is érdekesen alakult.

Nyersvasat jelentős mennyiségben hoznak be. 1960-ban 1 millió, 1961-ben 2,06 millió tonna volt az import, export gyakorlatilag nem volt.

A hengereltáru export 1960-ban összesen 2,99 millió, 1961-ben 3,01 millió t volt. A főbb vásárlók az USA, India, Argentína, Pakistan, Indonézia voltak.

A japán iparvezetés nem annyira az acéláruk közvetlen, mint inkább közvetett exportjára törekszik. Ezért erősen fejlesztik a tetemes acélfelhasználó iparágakat és azok exportját, a nehéz gépipart, a hajóépítőipart, a járműipart.

Nagy Zoltán

FORRÁSOK

Giesler H. B.: 1. Die Eisen und Stahlindustrie Japans, 1962. 2. Stahl und Eisen, 1962. Nr. 24.

*

Az Almásfüzitői Timföldgyárban a gyenge minőségű bauxitok feldolgozására biztató félüzemi kísérletek folynak. *Dobos György* és társai szabadalma alapján a timföldgyári vörösiszapot forgó kemencében redukáló zsugorításnak vetik alá. A vasrögöket mágneses szeparálással elválasztják a salaktól. A salakot szódás meszes zsugorítással alumíniumoxiddá lehet feldolgozni, a vasrögök pedig nagyolvasztóban, esetleg kupoló kemencében hasznosíthatók. A kísérletek eredményessége az alumíniumoxidkihozatal nagymértékű javulását hozhatja és a bauxit vastartalma is hasznosítható.

Kaptay György

Románia vasipari *termelése* 1000 t-ban az 1961—62. évben.

	1961	1962
Vasérc	1 737	1 742
Mangánérc	206	189
Koksz	940	1 119
Nyersvas	1 099	1 511
Folyékonyacél	2 127	2 451
Hengereltacél	1 077	1 279
ebből : vasúti felépítmény	63	71
tartó, idomacél	148	150
rúdacél	360	475
hengerelt huzal	131	128
csőbuga	106	146
szalagacél	18	26
lemez < 4	108	115
lemez > 4	161	168
egyéb	30	30
buga eladásra	413	359
cső	400	456

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

Svédországban a Stora Kopparbergs Bergslags AB cég az 1956 óta üzemben álló *Kaldo-konvertere* mellé két újabb Kaldó-konvertert létesítenek. A három konverter termelését évi 550 000 t-ra irányozták elő. A konverterek üzembe lépésekor a négy Bessemer-kört fokozatosan üzemen kívül helyezik.

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

India *kohóipari termelése* 1000 t-ban 1961—62. évben

	1961	1962
Vasérc	12 252	13 188
Nyersvas	4 988	5 791
Folyékonyacél	4 072	5 145
Hengereltacél	2 734	3 431
ebből : vasúti felépítmény	239	443
tartó, idomacél	551	679
rúdacél	1 180	1 143
szerszám-, rugóacél	18	25
szalagacél	245	356
durva-, középlemez	141	257
finomlemez	272	262
ónozott lemez	87	95
cinkezett lemez		171

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

Libériában a Nimba *ércbányából a szállítás* 1963 tavaszán megindult. A szállítást vasút bonyolítja le. 1964-ben 7, 1965-ben 7,5 millió t-t terveznek az új kikötőbe Buchananba szállítani. A 65 % Fe-tartalmú hematit ércvagyont 300 millió t-ra becsülik. A bánya beruházása 220 millió $-t emésztett fel.

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

Ausztráliában Pilbara tartományban feltárt *vasércvagyont* 5 milliárd t-ra becsülik. A bányanyitást megkezdték s kb. 1967-ben kezdik az érc szállítását hajón Japánba. Az építkezés igen nagyvonalúan indult meg. A bánya közelében egy kb. 1 millió t-t termelő acélgyár építését tervezik.

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

A **SZU-ban Mihajlovka** vidékén talált vasércvagyon kiaknázására létesülő bányát 10 millió t évi termelésre építik ki. A szinte korlátlan mennyiségű 63,9% Fe-os kvarcitos érc termelését évi 27 millió t-ra fogják felfejleszteni.

St. u. E. 1964. 1. sz.

*

Az évi 10 millió t-nál több nyersolajat termelő országok az 1963. évi termelésük sorrendjében

	Millió t termelés		A világ termelés %-ában	
	1962	1963.	1962.	1963.
USA	361	373	30	29
SZU	186	201	15	15
Venezuela	167	170	14	13
Kuwait	92	98	8	7
Szaud-Arábia	76	81	6	6
Irán	65	73	5	6
Irak	49	56	4	4
Kanada	33	36	3	3
Algéria	20	24	2	2
Indonézia	23	23	2	2
Líbia	8	21	1	2
Mexiko	16	17	1	1
Kuwait (semleges zóna)	13	16	1	1
Argentína	14	14	1	1
Románia	12	12	1	1
Együtt	1135	1219	94	93
Egyéb termelők	79	86	6	7
Az egész világ	1214	1305	100	100

St. u. E. 1964. 2. sz.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 6. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Д-р. Л. Кишмарти : **Технико-экономические решения расширения сталелитейных заводов** С 257

Распространение новых методов производства сталей характеризуется кривой, подобной кривой колокола. При составлении новых планов развития необходимо исходить из местных экономических и технических условий. Свойства, определенные твердым и расплавленным чугуном. Условия, определенные мартеновским процессом ЛД, Кальдо, и влияние их на экономичность. Условия самой благоприятной себестоимости.

Э. Балаж : **Расчеты боковой теплоизоляции ванн для электролиза алюминия** ..... С 265

Конструкция боковой футеровки катода является важным фактором эффективности ванны. При соответствующем выборе боковой теплоизоляции можно сократить расстояние между анодом Седерберга и боковым угольным поясом. Расход тока овразующейся таким способом ванны снижается, и количество металла увеличивается.

Ф. Кёвеш : **Определение оптимальной подачи на пильгерстане и ее применение** ..... С 272

Возможности повышения мощности пильгерстана. Роль подачи в повышении производительности. Оценка уравнений подачи и числа ударов. Определение оптимальной подачи с помощью вычисления и опытным путем на Трубозаводе г. Чепель. Измерение действительных величин подачи и числа ударов, и использование измерительных данных во время прокатки.

И. Лендваи : **Холодная прокатка высококачественных лент, подвергнутых патентированию** С 275

Для производства ремней цепки для мотоцикла были выполнены испытания с применением двух сортов стали. Термическая обработка и высокотемпературное вылеживание бнли произведены на ленточной закалочной установке с масляным охлаждением и на установке для патентирования. Последующая прокатка осуществлялась на холодном двух-, или шестивалковом стане.

Г. Репаши : **Вопросы производства и применения поддающихся сварке сталей с высоким пределом текучести** ..... С 281

Четыре вида разных марок сталей могут приниматься в расчет. Методы, которые можно иметь ввиду для производства. Основное поведение сталей с точки зрения их поведения в сварных конструкциях. Перечень сталей с указанием их свойств. Надежность правильного выбора производства. Чистота сталей. Влияние температуры прокатки.

Д-р. И. Лацуко—Д-р. Ш. Тот: **Разложение растворов алюмината натрия с помощью искусственного охлаждения** ..... С 288

В работе описаны производственные испытания разложения растворов алюмината натрия, полученных при производстве глинозема по методу Байера, с применением искусственного охлаждения. Авторы занимались влиянием отдельных факторов, оказывающих свое действие на продолжительность разложения и на размер зерен гидрата, и показали преимущества сокращения времени разложения. В связи с испытаниями обещались дополнительные публикации.

Й. Ловаши : **Испытание активности некоторых видов трехокиси урана** ..... С 293

Испытаниями активности, произведенными в атмосфере фреона-12, было доказано, что полученные разными способами трехокиси урана обладают разными активностями. Сделанное установление необходимо учитывать с точки зрения получения четырехфтористого урана, осуществляемого на псевдоожиженном основании.

Л. Пёце : **Новые пути химического испытания металлургических материалов, I. Газовой анализ** ..... С 296

Возможность автоматизации методов газового анализа. Непрерывное измерение содержаний кислорода, водорода и окиси углерода в различных газах инструментальным способом. Непрерывное и змерение загрязнений в газах инструментальным способом. Определение содержания бензола в камерном газе с применением самопищущего прибора непрерывного действия. Точность измерения приборов, описание отдельных пределов измерения.

На урнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных чнателей у организации: KULTURA Budapest 62, P, O, B, 149. Венгрия.

INHALT

Kismarty L. dr.: **Die technisch-wirtschaftlichen Lösungen der Erweiterung von Stahlwerken** ... S 257
Die Verbreitung der neuen Stahlerzeugungsverfahren befolgt eine Glockenkurve. Bei der Errichtung der Erweiterungspläne soll aus den örtlichen wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten ausgegangen werden. Die sich aus dem Verhältnis des festen und flüssigen Roheisens ergebenden Besonderheiten. Die durch die verschiedenen Verfahren — SM., LD., Kaldo — bestimmten Bedingungen und ihre wirtschaftlichen Auswirkungen. Die Voraussetzungen der optimalen Selbstkosten.

Balázs E.: **Berechnung der seitlichen Wärmeisolierung der Aluminium-Elektrolysierbäder** ... S 265
Die Konstruktion des seitlichen Kathodenfutters ist ein wichtiger Faktor der Wirksamkeit des Elektrolysierbades. Durch richtige Wahl der seitlichen Wärmeisolierung kann die Entfernung zwischen der Söderberg-Anode und dem seitlichen Kohlenring verringert werden. Dadurch wird der Stromverbrauch des Bades verringert und die Metallmenge erhöht.

Köves, F.: **Bestimmung des optimalen Vorschubes an Pilgerwalzwerken** ..... S 272
Die Möglichkeiten der Leistungsteigerung von Pilgerwalzwerken. Die Rolle des Vorschubes bei der Erhöhung der Leistung. Die Bewertung der Gleichnungen des Vorschubes und der Schlagzahl. Bestimmung des optimalen Vorschubes durch Rechnung und Versuch im Rohrwalzwerk Csepel. Die Messung des Vorschubes und der Schlagzahl. Die Verwertung dieser Messergebnisse beim Rohrwalzen.

Lendvai, I.: **Das Kaltwalzen von vergüteten, patentierten Bändern** ..... S 275
Zur Erzeugung von Kettenlaschen für Motorräder wurden mit zweierlei Stählen Versuche vorgenommen. Die Wärmebehandlung und das Hochtemperatur-Altern wurde in einem Ölabschreck-, bzw. Patentier-Ofen durchgeführt. Nach folgend wurde auf einem Duo-, bzw. Sexo-Walzgerüst kalt gewalzt.

Répási, G.: **Probleme der schweissbaren Stähle mit erhöhter Fliessgrenze** ..... S 281
Die in Frage kommenden viererlei Stahlsorten. Die anwendbaren Erzeugungsverfahren. Das Verhalten der Stähle in geschweissten Konstruktionen. Die Eigenschaften dieser Stähle. Reinheit des Stahles. Wirkung der Walztemperatur auf die Stahleigenschaften.

Dr. Laczkó I.—dr. Tóth B.: **Zersetzung von Natriumaluminatlaugen mit künstlicher Kühlung** S 288
Die mit künstlicher Kühlung durchgeführten Ausfällversuche der im Verlauf des Bayer-Tonerdeverfahrens anfallenden Aluminatlaugen werden beschrieben. Der Einfluss der einzelnen, die Ausfälldauer und die Korngrösse des Hydrats beeinflussenden Faktoren wird behandelt, die Vorteile der Abkürzung der Ausfälldauer werden aufgezeigt. Im Zusammenhang mit den Versuchen werden noch weitere Arbeiten erscheinen.

Lovasi, J.: **Die Aktivitätsprüfung einiger Urantrioxyde** ..... S 293
Die in der Freon-12 Atmosphäre durchgeführten Aktivitätsuntersuchungen haben bewiesen, dass die Aktivität der verschiedenartig hergestellten Urantrioxyde unterschiedlich ist. Diese Feststellung muss bei der Erzeugung von UF_4 im Fluidisationsbett berücksichtigt werden.

Pőcze, L.: **Neue Wege der chemischen Werkstoffprüfung in Hüttenwerken I. Gasanalysen** ... P 296
Die Möglichkeit der Automatisierung von Gasanalysen. Die kontinuierliche Bestimmung von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd in den technischen Gasen. Fortlaufende Messung der Gasverunreinigungen. Bestimmung des Benzolgehaltes im Koksgas mit laufend registrierendem Messgerät. Messgenauigkeit und Messbereich der Apparate.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Kismarty L.: **Technical and economical aspects of the expansion of steelworks** ..... P 257

The spreading of new steelmaking methods proceeds like a bell curve. New development plans should be based on the local economical and technical data. Variables influenced by the expected use of hot or cold metal charges. Conditions determined by the open hearth, LD and Kaldo processes and their economic influence. Conditions of the most favourable first costs.

Balázs E.: **Calculating the lateral heat isolation of aluminium electrolysing baths** ..... P 265

The construction of the lateral cathode lining is very important from the point of view of the efficiency of the bath. By proper selection of the lateral heat isolation the distance between the Soderberg anode and the lateral carbon ring can be decreased. The current consumption of the bath is also decreased, the amount of metal is increased.

Köves F.: **Determination and application of the optimal feed in pilger mills** ..... P 272

Possibilities of increasing the production of pilger rolling mills. The role of feed in increasing production. Evaluation of the equations of feed and impact number. Determining the optimal feed value by calculation and expériment in the Csepel Tube Works. Measuring the actual values of feed and impact number and utilization of the data during rolling.

Lendvai I.: **Cold rolling of hardened and tempered resp. patented strip** ..... P 275

Experiments with two steel types were performed for producing the bands of motorcycle chains. Heat treatment and high temperature ageing was performed on strip quenching resp. patenting equipment with oil cooling. The strip was then rolled on cold two-high resp. cluster stands.

Répási G.: **Production and application problems of weldable steels with a high flow limit** ....P 281

Four steel types can be used. Methods of production. Basic behaviour of the steel from the point of view of application in a welded structure. Steel properties. Reproducibility of the production results. Cleanliness of the steel. Influence of rolling temperature.

Dr. Laczkó I.—dr. Tóth B.: **Decomposition of sodium aluminate liquors with artificial cooling** P 288

Experiments are presented for precipitating the sodium aluminate liquors preparated in the bayer process by artificial cooling. The variables influenciug the duration of precipitation and the grain size of the hydrate are discussed. The advantages of shortening the precipitation time are shown. The experiments will be treated in several further publications.

Lovasi J.: **Activity determination of some uranium trioxides** ..... P 293

Activity investigations performed in an atmosphere of freon-12 showed that the activities of uranium trioxides prepared in different ways are not identical. This fact must be taken into consideration in preparing UF in a fluidized bed.

Pőcze L.: **New methods of chemical analysis in metallurgy. I. Gas analysis** ..... P 296

Possibilities of automatization in gas analysis. Instruments for the continuous measurement of oxygen, hydrogen, carbon monoxide in various gases. Instruments for the continuous measurement of the contaminants of gases. Determination of the benzene content of coking gas with a continuous recording instrument. Accuracy of measurement of the instruments, ranges of measurement.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary

The periodical „Kohászati Lapok" (Technikal Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakaupra Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Skets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergrahct 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lapec Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovensko Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

97. évfolyam **6. szám** 1964. június

Acélművek bővítésének műszaki-gazdasági megoldásai

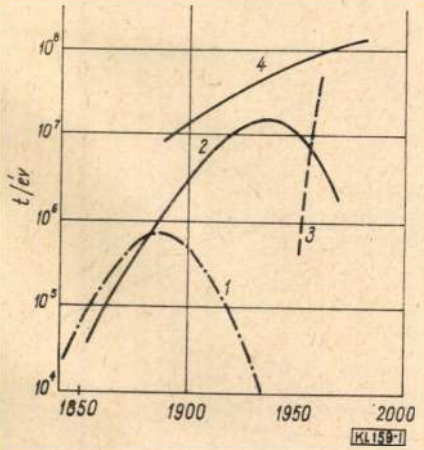
Dr. KISMARTY LORÁND

DK 62.001.6 : 669.18

Valamely acélműnek, vagy egy zárt gazdasági egységben több acélműnek fejlesztését az előirányzott termelési feladat szabja meg. A fejlesztés megítélésében a termelés emelése, illetőleg a kisebb költségekkel való gyártás lehetnek az alapvető tényezők.

A fejlesztési feladatban megszabott határokon belül több korlátozó tényező a lehetőségek körét mind műszaki, mind gazdasági vonatkozásban szűkíti, a változatok száma azonban legalább elvben mégis igen sok lehet.

Az acélművek nagyobb szabású fejlesztésének vagy bővítésének kidolgozásakor különösen mérlegelni kell az új eljárások meghonosítását is, s ez az egyértelmű megoldások kidolgozását még jobban nehezíti. Az utóbbi időben Daeves végzett vizsgálatokat [1] arra vonatkozóan, hogy egyes gyártási eljárások az idők folyamán milyen szerepet töltöttek be, illetve milyen mértékben terjedtek el. A több évtizedre visszanyúló statisztikákból megállapítható, hogy egy-egy eljárással előállított termék, gyártmány elterjedése általában a Gauss-görbét követi, azaz egy eljárás kezdetben lassan, majd hirtelen terjed el, elér egy maximumot, majd hanyatlani kezd és helyét egy újabb, akár műszaki, akár gazdasági szempontból előnyösebb eljárás tölti be *(1. ábra)*. Ezek a harang-görbék egymáshoz képest esetleg több évtizedes eltolódással



1. ábra. Néhány nyersvas- és acéltermelés i eljárás fejlődési irányvonala [2]

1 kavartvas (Ruhr-vidék), *2* folytacél (Ruhr-vidék), *3* oxigénes szélfrissítéses acél (Ruhr-vidék), *4* a világ nyersvas termelése

következnek. Azt az általános következtetést le lehet belőlük vonni, hogy hosszú időre is bizonyos prognózis állítható fel valamely kialakult és talán már hagyományossá vált eljárás további sorsáról. Ezt a megjegyzést azért kell előrebocsátanunk, mert éppen az acélgyártó eljárásokra ez a jelenség igazolható, tehát egy hosszabb időre szóló fejlesztés kidolgozásakor mindenképpen figyelembe kell venni.

Az új eljárások pályafutásuk kezdetén a fejlesztés irányvonalának kialakítását azonban nagyon megnehezítik, mert kezdeti szakaszukban rendszerint még a műszaki problémákat sem sikerül egy csapásra megoldani, hiszen kialakulásuk is évtizedes időtartamot vesz igénybe. Az új műszaki előnyöknél még nehezebb a gazdaságiakat kimutatni. Gyakran látnak ugyanakkor napvilágot az újabb termelési módra egyéb rokon változatok, közülük azonban számos elsüllyed, mert a kísérletek során nem váltják be a hozzájuk fűzött reményeket.

Ezek előrebocsátása után az acélgyártás bővítésének feladatát a következőkben foglalhatjuk össze. Megvizsgálandók adott körülmények között és megszabott feladat megoldásához azok a műszaki-gazdasági változatok, amelyek nyomán döntés hozható a várhatóan legkedvezőbb műszaki fejlesztés kijelölésére. Az adottságok és a korlátozó tényezők rendszerint műszaki természetűek, tehát elsősorban a változatoknak a lehetséges műszaki tartományait kell körülhatárolnunk és az eljárások költségeit — tehát a gyártmány önköltségét — ezeken a műszaki tartományokon belül kell megállapítanunk, hogy a legkedvezőbbet kijelölhessük.

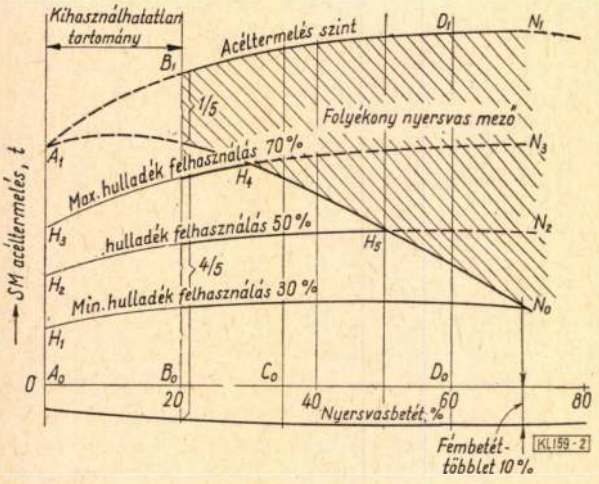
Ha teljes általánosításra törekszünk, rövidesen kitűnik, hogy olyan jellemző rendszer kidolgozása, amely valamennyi korlátot, adottságot figyelembe vesz, ez idő szerint nem járható út. Vizsgálódásainkban az adottságokat a magyar vaskohászat körülményeihez és a legfontosabb tényezőkre szűkítve, továbbá a fejlesztés mérvének reális határaihoz igazodva kell figyelembe vennünk. Hogy ezek az adottságok határozott alakot is öltsenek, elemzésünket egyelőre egy acélmű bővítésére egyszerűsítjük és olyan adottságokkal számolunk, amelyek nemcsak a jelen körülmények között, hanem a távolabbi jövőben is előreláthatólag érvényesülni fognak. Nincs akadálya azonban

annak sem, hogy hasonló elvi megoldásokkal más adottságokat és korlátozó tényezőket tekintsünk alapnak, akkor azonban a vonatkozó modellt másként kell felállítani.

A példánkban szerepeljen egy ma már működő acélmű, amellyel összefüggően egy nagyolvasztómű dolgozik. Az acélmű termelését mintegy két és félszeresre kívánjuk növelni. Természetesen a meglevő gyártási eljárástól eltérő gyártási eljárások is szóba jöhetnek. Továbbá a rendelkezésre álló folyékony nyersvastermelés bővítését attól a feltételtől tesszük függővé, hogy az acélmű táplálásához szükséges szilárd nyersvas importja nem drágább, mint a mű saját nyersvasának tényleges önköltsége[1].

Az elvi változatok között szerepelhet a meglevő martinacélmű további bővítése a kívánt teljesítményig. Minthogy a martinacélművek szilárd betét felhasználása 100%-os is lehet, a termelés még korlátozott folyékony nyersvas termeléssel is emelhető. A termelésbővítés az eddigi módon azonban gazdasági szempontból nem látszik kedvezőnek, mert a hozzáférhető irodalmi adatok alapján, továbbá az eljárások statisztikai fejlődési irányának alakulásából következtetve az oxigénes frissítő eljárások önköltségeinek számottevően kisebbnek kell lenniök. Egyes oxigénes szélfrissítő eljárások bevezetését korlátozza azonban a folyékony nyersvas megszabott mennyisége, mert szilárd nyersvas feldolgozásakor a nyersvas költséges megömlesztésével kell számolni.

Fejtegetéseinket azzal a feltevéssel kezdjük, hogy a meglevő martinacélművet oxigénbefúvással járatjuk és azt vizsgáljuk, hogy a teljesen szilárd betéttől a legnagyobb folyékony nyersvas betétarányig termelése miképpen változik *(2. ábra)*. Az abszcisszán a folyékony nyersvas szá-



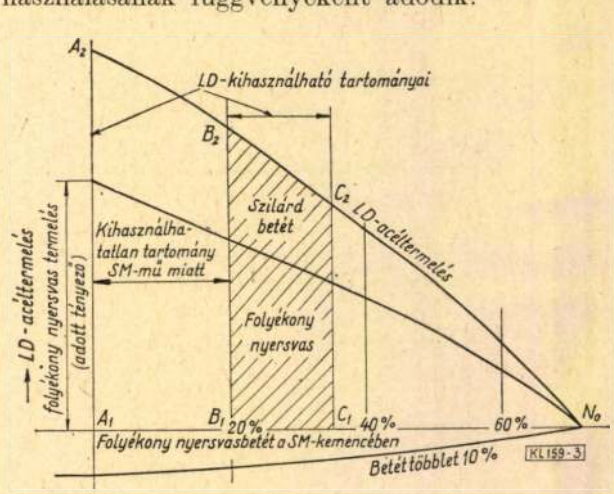
2. ábra. Martinacélmű termelés a folyékony nyersvas adagolás függvényében

zalékát jelezzük. A nyersvas %-ától függő termelésváltozás parabola jellegű görbe, nem egyenes, sőt nagy folyékony nyersvas betétarány adagolásakor kissé visszahajlik. A felhasznált folyékony nyersvas mennyiségét a termelési vonal A_1N_1 és az A_1N_0 vonal közötti ordináták mutatják. Természetesen nem az acéltermelésre, hanem a betétre vonatkozóan kell ezeket az adatokat, illetve a görbét felrajzolnunk. A görbe pl. a 20% (B_0 pont) folyékony nyersvas betéttel 1/5—4/5 arányban metszi ki a betét mennyiségeit jellemző függőleges vonalat. 50% folyékony, illetve szilárd nyersvas adagolásakor a görbe a teljes betétmennyiség felén megy át stb. Megjegyezzük, hogy a 0 és kb. 20% folyékony nyersvasfelhasználás közötti tartományt kihasználhatatlannak kell minősítenünk, mert a martin-acélművet 20%-nál kisebb folyékony nyersvas betéttel nem lehet járatni. Az A_0A_1 ordináta vonala viszont a kizárólag szilárd betét adagolását jelenti.

A martin-eljárásról ismeretes, hogy gazdaságosan csak kb. 30—70% hulladék felhasználással dolgozik, tehát két — a H_1, illetve a H_3 pontokból induló — görbe határolja a szóbajövő hulladékfelhasználást.

Ha a rendelkezésre álló — tehát adagolható — hulladék mennyiségét ismerjük, a szilárdnyersvas igény közvetlenül lemérhető, éspedig mint a hulladék és a folyékony nyersvasmező közötti különbség. Az elméletileg felhasználható (legnagyobb hulladékmennyiség H_3N_3 vonal, akkor $H_3A_1H_4$ mező szilárd nyersvas) természetesen csak addig nőhet, míg a folyékony nyersvasmező alsó vonalát nem metszi (H_4 pont), s ekkor már szilárd nyersvasadagolás sincs. 50%-nyi hulladék adagolásakor a H_2H_5 vonal alatti terület a hulladékmező, felette a A_1H_5 vonal által felülről határolt rész a szilárd, míg efölött a folyékony nyersvasmező van. Ha a hulladékbetét az alsó határon van, azaz 30%, akkor a szilárd nyersvasfelhasználást a $H_1A_1N_0$ pontok között fekvő terület jellemzi.

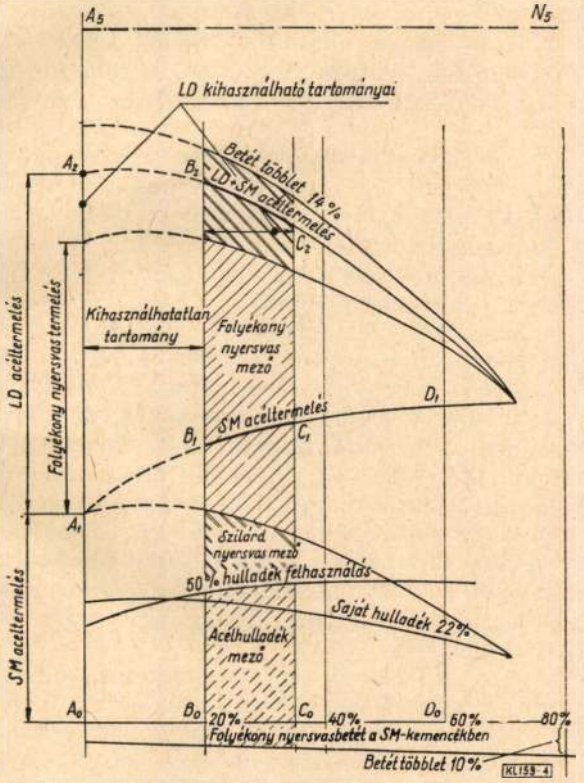
Az elmondottak nyomán a tartományokon belül a szükséges szilárd nyersvasmennyiség tehát elsősorban a rendelkezésre álló hulladéktól fog függeni, amelyet vagy az országos, vagy az üzemi hulladékacél-mérleg szabhat meg. Az utóbbi mérlegeredmény pedig a következőkben vizsgálandó acéltermelési mennyiségek termelésének és felhasználásának függvényeként adódik.



3. ábra. LD-acélmű termelése a martinacélmű folyékony-nyersvas felhasználása függvényében
Folyékony-nyersvasbetét 70%, betéttöbblet 13%

[1] Ez hazánkban azért vizsgálandó, mert mind az érceket, mind a kohókoksz nagyrészét importáljuk, tehát ezeknek mintegy 2,3—2,5-szörös fuvarköltsége is terheli a hazai gyártású nyersvasat.

Feltételezzük, hogy az acélmű bővítésekor az LD-eljárást választjuk. A folyékony nyersvas mennyiségét a kohókapacitás határozza meg. Az LD acéltermeléshez a martinmű által fel nem használt folyékony nyersvassal számolhatunk. Ha az LD-eljárásban legalább 70% folyékony betétre van szükség, az LD-termelés elérhető mennyisége a martinmű folyékony nyersvasfelhasználásának lesz a függvénye. A *3. ábra* ezt a helyzetet világítja meg. Az LD-acéltermelés csökkenő vonalából két tartományunk marad: az A_1A_2 vonal, illetve a B_1B_2 és a C_1C_2 vonalak közötti szakasz. Az A_1A_2 és a B_1B_2 pontok által körülhatárolt területet a martinmű miatt ismét kihasználhatatlan tartománynak kell minősítenünk. A C_1C_2 szakaszon túl viszont annyira csökken az LD kapacitás, hogy ilyen kisteljesítményű üzem létesítése műszakilag ugyan megoldható, de már nem gazdaságos.

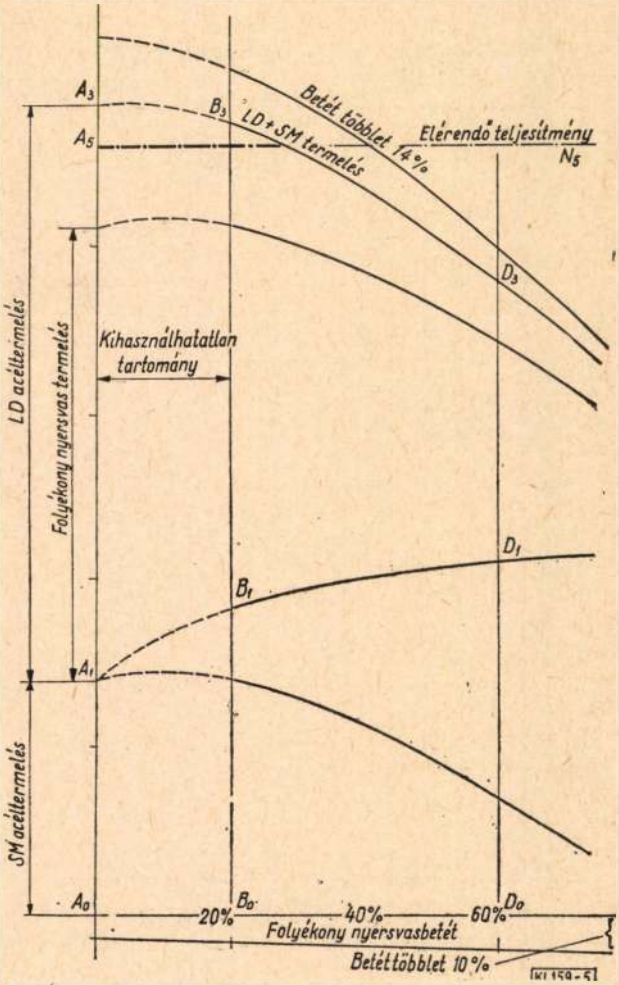


4. ábra. LD- és martinacélmű együttes termelése a folyékony nyersvasellátás függvényében

A két acélmű együttes termelését a *4. ábra* mutatja, amelyen már feltüntettük azokat a tartományokat, amelyek műszakilag elfogadhatók, s amelyeken belül a gazdaságosság döntené el a legkedvezőbb változatot.

A példa szerint azonban a meglevő nagyolvasztók termelésére támaszkodó martin- és LD-acéltermelés nem elégíti ki a kívánt teljesítményt (A_5N_5 vonal), tehát fel kell vetnünk egy új nagyolvasztó építését, vagy a termelés mennyiségét kell a lehetőségekhez igazítanunk.

Az *5. ábrán* az új nagyolvasztó építésével (amelynek termelése pl. a meglevő nyersvastermelés 50%-a) elérhető acéltermelési mennyiségeket mutatjuk be. Így a termelési szint (A_5N_5) már

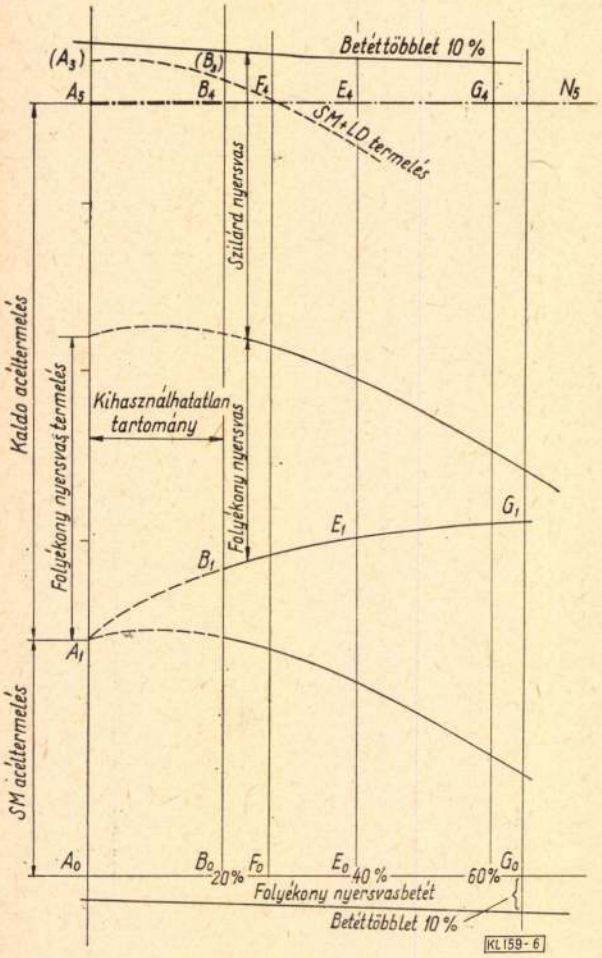


5. ábra. LD- és martinacélmű együttes termelése három nagyolvasztó nyersvasának ellátása függvényében

elérhető. A görbék által határolt tartomány lényegesen bővül és az ábrán a jobb oldali határt nem a létesítndő LD-acélmű még elfogadható nagyságú termelés mennyisége, hanem a martinműben még gazdaságosan felhasználható nyersvasmennyiség szabja meg. A lehetséges tartományok az A_1A_3 vonal és a B_1B_3, illetve D_1D_3 vonalak közötti terület.

Valamely teljesítmény más oxigénes frissítő eljárással — pl. Kaldo eljárással — is megoldható. Mint ismeretes, a Kaldo eljárással a szilárd betét elvben bármeddig növelhető olyan módon, hogy csapoláskor a konverterben mindig annyi folyékony acélt hagynak, amely a következő szilárd betéttel együtt acéllá feldolgozható. A reális határ természetesen ennél kisebb, de 60—70% szilárd betét feldolgozására a lehetőség megvan.

A *6. ábrán* a már említett feltételek között azt ábrázoltuk, hogy a rendelkezésre álló folyékony nyersvas milyen betétarányokat határoz meg, ha a termelés mennyiségeként a kívánt acéltermelést tekintjük (felső, vízszintes vastag eredményvonal, A_5N_5). Ebben az esetben tehát adott folyékony nyersvasmennyiségre a betétarányokat keressük. A 0 és 20% közötti szakasz (A_1A_5 és B_1B_4 pontok által határolt terület) ugyancsak kihasználatlan tartomány, tehát a lehetőségek egyrészt az A_1A_5



6. ábra. Kaldo- és martinacélmű együttes termelése a folyékony nyersvasellátás függvényében

vonalra, illetőleg a B_1B_4, illetve az E_1E_4 függőleges vonal közötti területre korlátozódnak.

Ha a folyékony nyersvasmennyiséget — mint az LD-eljárás vizsgálatakor — nagyobbra vesszük, a tartomány a B_1B_4 vonaltól a G_1G_4 vonalig terjedhet, amikor már nem a Kaldo-eljárás betétviszonyai szabják meg a határt, hanem a martinkemencék folyékony nyersvas betétje emelkedne 65% fölé.

A változatokból levonható következtetéseink :

Az LD-eljárás a meglevő martinmű folyékony nyersvasfelhasználása miatt csak bizonyos korlátozott helyeken (pl. A_1A_2, illetve A_1A_3) vagy tartományokon belül (B_1B_2—C_1C_2, illetve B_1B_3—D_1D_3 vonalak közötti szakasz) hasznosítható. A rendelkezésre álló folyékony nyersvasmennyiséggel a kívánt termelés semmiképpen nem érhető el, tehát mindenképpen szükség van egy újabb nagyolvasztó beruházására (vagy valamely nyersvasmegömlesztő berendezésre). Lehetőség van azonban arra, hogy az előirányzott termelés eléréséig két lépcsőben fejlesszük az LD-üzemet és a második lépcsőt csak a kívánt termelés elérésének idejére építsük fel, természetesen az új nagyolvasztóval együtt.

A Kaldo-üzemben a meglevő folyékony nyersvasmennyiséggel az előírt termelés mennyisége mindenképpen elérhető. Tartománya az A_1A_5 vonallal, illetve a B_1B_4—E_1E_4 pontokkal határolt terület. A változatok egybevetéséből máris nyilvánvaló, hogy a három nagyolvasztóra támaszkodó Kaldo-üzem tulajdonképpen kiesik, mert az olcsóbb LD-üzem kielégíti a kívánt termelést. Egyszerűbb berendezései révén ugyanis az LD-üzem gazdasági szempontból mindaddig előnyben lesz a Kaldo-üzemmel szemben, amíg a rendelkezésre álló folyékony nyersvas a betétnek legalább 70%-a.

A következőkben a műszaki szempontból kijelölt tartományokon belül a gyártási költségeket vizsgáljuk meg. Mint említettük, a költségadatok hiánya miatt ez lényegesen nehezebb feladat. A szakirodalom tájékoztat az LD-eljárás gyártási költségeiről, ezek az adatok azonban hazai viszonyainkra közvetlenül nem ültethetők át, az adatokat át kell értékelnünk. A Kaldo-eljárásra vonatkozó megbízható gazdasági adatokat azonban az irodalom eddig keveset közölt. Felvetődik tehát a kérdés, hogy egyáltalán kaphatunk-e elfogadható és az eljárások közötti változatok mérlegeléséhez kielégítő adatokat. A következőkben egy alkalmasnak igérkező módszert ismertetünk.

Az acélgyártás önköltségében a legnagyobb tétel — 80—85% — az alapanyag. Helyesnek látszik, ha az alapanyag és az átalakítási költségeket külön-külön vizsgáljuk.

Az oxigénes szélfrissítő eljárások betétje nagyobb, mint a martin-eljárásé. A betétköltségeket a rendelkezésre álló folyékony, illetőleg szilárd nyersvas, továbbá az acélhulladék és a frissítőérc stb. mennyiségekre ki lehet számítani *(1. táblázat)*. A martin-eljárás egyes betétviszonyokra vonatkozó átalakítási költségeire vannak hazai tapasztalati adataink *(2. táblázat)*. Ezekből olyan szilárd-folyékony nyersvas, hulladék, frissítőérc betétviszonyokra is megállapíthatjuk az átalakítási költségeket, amelyekre tényadataink nincsenek, de ismerjük a változó körülményeket, tehát pl. az oxigénfogyasztást, a tüzelőanyag-fogyasztást, az adagtartamot stb.

Az LD-eljárás egységnyi betétköltsége valamennyi termelt mennyiségre azonos, mert a folyékony-szilárd nyersvas arányt állandónak vettük. A betét 1,14. A visszanyeremények között kell elszámolni a használható szállóport. Eredmény : 2922,3 Ft/t. Az átalakítás költségeit a *3. táblázatban* foglaltuk össze.

A Kaldo-eljárás költség-viszonyairól, mint már említettük, ma kevés megbízható adatot ismerünk. Minthogy feladatunk megoldásához — a kívánt teljesítmény két nagyolvasztó nyersvasával a Kaldo-eljárással érhető el — megkíséreljük a mi viszonyainkra a költségek közelítő becslését.

A költségeket lényegesen szabályozó tényezők a következők :

A betét 1,11, tehát nagyobb mint a martin-eljárásé, de kisebb mint az LD-eljárásé.

A betétviszonyokat a nyersvas, a hulladék és a frissítőérc aránya szabja meg.

Az adagtartam, helyesebben az adagkövetkezési idő (két egymásután következő adag kezdete közötti idő) a szilárd betét arányának növelésével

1. táblázat

A martinacélgyártás betétköltségei Ft/t-ban
(a 2. ábra szerint a nyersvas és hulladékaránytól függően)
(többlet betét 1,10)

Betét anyagok	Egységár* Ft/t	Termelés A_0A_1		B_0B_1		C_0C_1		D_0D_1	
		Termelési viszonyszámok 1,00		1,31		1,43		1,52	
		Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t	Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t	Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t	Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t
Szilárd nyersvas	2510	0,541	1358	0,310	778,1	0,144	361,4	—	—
Folyékony nyersvas	2510	—	—	0,220	552,2	0,385	966,4	0,660	1656,6
Acélhulladék	2510	0,541	1358	0,550	1380,5	0,550	1380,5	0,417	1046,7
Frissítő érc	1014	0,057	57,8	0,062	62,9	0,065	65,9	0,070	71,0
Ötvözők (Mn, Si)	—	0,010	83,5	—	83,5	—	83,5	—	83,5
Salakképzők	—	0,120	20,2	—	20,2	—	20,2	—	20,2
	—	—	2877,5	—	2877,4	—	2877,9	—	2878,0
Vissznyeremény	—	—	64,4	—	64,4	—	64,4	—	64,4
Nettó anyagköltség			2813,1		2813,0		2813,5		2813,6

Átlag = 2813,— Ft/t

* Az egységár felvett ár, valamennyi változatra azonosan

2. táblázat

A martinacélgyártás átalakítási költségei (Ft/t) a termelt mennyiség függvényében
(többlet betét 1,10)

Átalakítási költségtényezők	Termelés A_0A_1	B_0B_1	C_0C_1	D_0D_1
	Termelési viszonyok 1,00	1,31	1,43	1,52
Energiák, oxigén, víz (a gőz vissznyeremény levonásával)	114,6	107,3	105,7	103,0
Tűzállóanyagok	82,3	82,3	82,3	82,3
Közvetlen bérek	30,0	27,2	27,2	27,2
Kokillák, alaptáblák	85,4	85,4	85,4	85,4
Faragás, hántolás	30,0	30,0	30,0	30,0
Felújítás (tűzállóanyag nélkül)	164,7	127,2	116,9	114,1
Értékcsökkenési leírás, beruházási hányad	323,0	274,0	261,0	254,0
Egyéb üzemi általános költség és belső szállítás	85,0	82,0	80,0	79,0
Vállalati általános költség	30,0	30,0	30,0	30,0
Összesen	945,0	846,1	818,5	805,0

3. táblázat

Az LD-acélgyártás átalakítási költségei a termelt mennyiség függvényében (Ft/t)

Átalakítási költségtényezők	Termelés 2 nagyolvasztóval A_1A_2	B_1B_2	C_1C_2	3 nagyolvasztóval A_1A_3	B_1B_3	D_1D_3
	Termelési viszonyszámok 1,61	1,26	0,94	2,46	2,09	1,17
Energiahordozók, oxigén, víz (visszanyeremények levonásával)	43,4	43,4	43,4	43,4	43,4	43,4
Tűzálló anyagok	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Közvetlen bér	14,0	15,1	16,5	13,1	13,5	15,8
Kokillák, alaptáblák	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4
Faragás, hántolás	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Felújítás (tűzállóanyag nélkül)	77,3	90,0	113,0	66,0	66,0	95,0
Értékcsökkenési leírás, beruházási hányad	172,0	193,2	221,0	151,0	157,6	222,0
Egyéb üzemi ált. ktsg. és belső szállítás	55,0	62,0	65,0	50,0	53,0	62,0
Vállalati ált. költség	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Összesen	525,5	567,5	622,7	481,2	497,3	602,0

4. táblázat

A Kaldo-acéltermelés betétköltségei a szilárd és folyékony nyersvas betétarány és a termelt mennyiség függvényében (többlet betét 1,11)

Betétanyagok	Egységár*, Ft/t	Termelés A_1A_5		B_1B_4		E_1E_4	
		Termelési viszonyszámok 2,29		1,98		1,84	
		Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t	Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t	Fajl. felhasználás, t	Költség, Ft/t
Szilárd nyersvas	2510	0,444	1114,4	0,609	1528,6	0,760	1907,6
Folyékony nyersvas	2510	0,562	1410,6	0,495	1242,5	0,350	878,5
Acélhulladék	2510	0,081	203,3	—	—	—	—
Frissítőérc	1014	0,070	71,0	0,020	20,3	—	—
Ötvözők (Mn, Si)	—	—	83,5	—	83,5	—	83,5
Salakképzők	—	—	58,6	—	58,6	—	58,6
Betétköltség összesen	—	—	2941,4	—	2933,5	—	2928,2
Visszanyeremény	—	—	65,9	—	65,9	—	65,9
Teljes anyagköltség	—	—	2875,5	—	2867,6	—	2852,3

* Az egységár felvett ár, valamennyi változatra azonosan.

növekszik, tehát az értékcsökkenési leírás stb. is nagyobb lesz.

A nagyobb szilárd nyersvas betétaránnyal emelkedik az oxigénfelhasználás.

A Kaldo-eljárás beruházásai költségesebbek, mint az LD-eljárásé.

Nagyobb a tűzálló falazat elhasználódása.

Az oxigénfelhasználás két okból változik. Egyrészt emelkedik, mert a C csaknem teljesen CO_2-vé ég el, másrészt a nagyobb nyersvasarány több C oxidálását kívánja.

A felsorolt tényezőket figyelembe véve számítottuk ki a Kaldo-eljárással termelt acélok betét és átalakítási költségeit *(4. és 5. táblázat)*.

5. táblázat

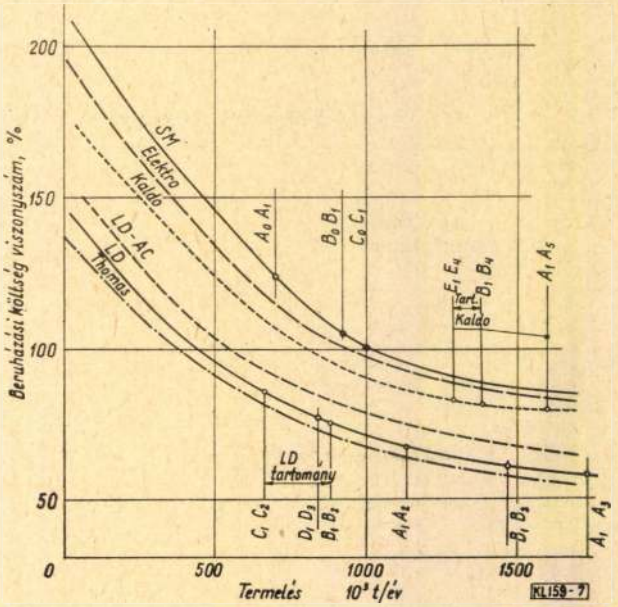
A Kaldó-acélgyártási eljárás átalakítási költségei a termelt mennyiség függvényében (Ft/t)

Átalakítási költségtényezők	Termelés A_1A_5	B_1B_4	E_1E_4
	Term. viszonyszámok 2,29	1,98	1,85
Energiahordozók, oxigén, víz, gőz (gőz visszanyeremény levonása után)	93,0	105,6	109,4
Tűzállóanyagok	51,3	51,3	51,3
Közvetlen munkabér	14,2	15,0	15,1
Kokillák, alaptáblák	85,4	85,4	85,4
Felújítás (tüzállóanyag nélkül)	96,7	98,7	99,7
Értékcsökkenési leírás beruh. hányada	206,0	211,0	211,0
Faragás, hántolás	30,0	30,0	30,0
Egyéb üzemi általános költség, belső szállítás	60,0	65,0	68,0
Vállalati általános költség ..	30,0	30,0	30,0
Összes átalakítási költség ...	666,6	692,0	699,9

Minthogy a Kaldo-eljárással a tervezett termelési szint elérhető, a változatok különböző martin-termelési mennyiségtől függő Kaldo-termelési mennyiségeket foglalnak magukba, természetesen a folyékony nyersvas mennyiségét is beszámítva (4. ábra).

Az átalakítás költségei között külön figyelmet kell fordítanunk — nemcsak a martin-, hanem az LD-, illetve a Kaldo-eljárás értékcsökkenési leírási hányadának megállapításakor — az értékcsökkenési leírás beruházási hányadára is.

Az értékcsökkenési leírás ugyanis egyrészt a gyártási eljárásoknak megfelelő berendezések beruházási költségeitől, másrészt a termelt mennyiségektől függ. Az Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottságának egy tanulmánya grafikonban *(7. ábra)* foglalta össze a különféle acélgyártó eljárások egymáshoz viszonyított beruházási költségeit. A viszonyítási alap (100%) egy 10^6 t kapacitású martinmű. Vizsgálatainkat eddig nem konkrét termelési számokra alapítottuk, most azonban bizonyos üzemnagyságokat kell feltételeznünk. Feltételezésünk az, hogy az egységenként vett martin-termelés (2. ábra A_0A_1) 0,7 millió t



7. ábra. Különféle acélgyártó eljárások egymáshoz viszonyított beruházási költségei[3]. *$1 \cdot 10^6$ t kapacitású Martin-acélmű = 100*

6. táblázat

A különféle acélgyártó eljárások értékcsökkenési leírásai (Ft/t)

Martin		LD két nagyolvasztóval		Kaldo		LD három nagyolvasztóval	
Tartomány	Ft/t	Tartomány	Ft/t	Tartomány	Ft/t	Tartomány	Ft/t
C_0C_1	261	A_1A_2	172	A_1A_5	206	A_1A_3	151,0
B_0B_1	274	B_1B_2	193	B_1B_4	211	B_1B_3	157,6
A_0A_1	323	C_1C_2	221	E_1E_4	211	D_1D_3	222,0

acél legyen, tehát a műszaki szempontból vizsgált lehetőségeknek megfelelő pontokat, illetve szakaszokat ennek megfelelően jelöltük meg. A $0{,}7 \cdot 10^6$ t-ás martin-acélmű beruházására vonatkozó költség több megfelelően átértékelt külföldi adat nyomán már forintban is rendelkezésre áll, s így az egyes eljárások és termelések beruházási, illetve amortizációs költségei 1 t acélra elegendő pontossággal meghatározhatók voltak. Megjegyezzük, hogy az értékcsökkenési leírás beruházási hányadát a beruházott állóalap kamatokkal termelt értékével számítottuk (annuitás[2]).

Az 1 t acélt terhelő értékcsökkenési leírások értékei a *6. táblázatban* láthatók.

Az értéksorok azt mutatják, hogy az értékcsökkenési leírás beruházási hányada az LD-eljárásra a legkisebb és általában a termelési mennyiség csökkenésével tekintélyesen növekszik. Ez egyébként a 7. ábrából közvetlenül is látható.

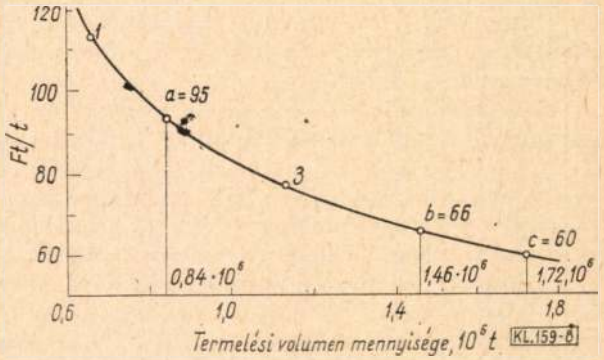
Részletes számítások szerint a martin-üzem évi felújítási költsége 10,1%-a a beruházásoknak. Minthogy a számításokban a martinacélmű beruházási költségei a különböző termelési mennyiségek miatt változnak, az 1 t-ra jutó felújítási hányad is más és más (lásd a 2. táblázatot).

Az LD-eljárásra vonatkozó felújítási költségeket úgy arányosítottuk, hogy a martinüzemi tűzállóanyagmentes felújítás és a teljes martinüzemi felújítás hányadosával az LD-re a beruházás ugyancsak 10,1%-át kitevő felújítást megszoroztuk. A számítást elhagyva az eredmények a 3. táblázatban vannak. A kiszámított pontokon átmenő, a felújítási költségek alakulását kifejező görbe a *8. ábrán* látható.

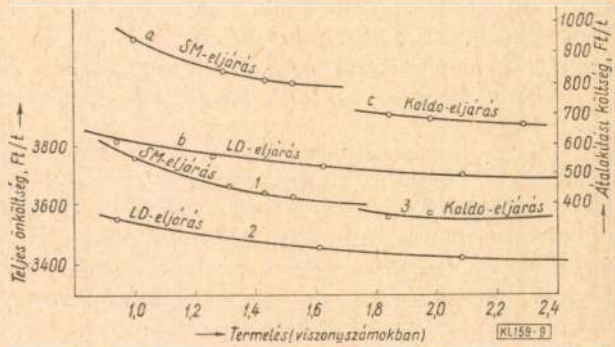
A Kaldo-üzem évi felújítási költségeit a beruházási költségek 9,5%-ának feltételezzük. Minthogy a felújítási költségekből a tűzállóanyagokat külön kimutatjuk, a teljes költségekből ez levonandó.

[2] Az annuitás a, a beruházott állóalap A, az amortizációs idő n években és a kamat q—1 függvénye.

$$a = A \frac{q^n(q-1)}{q^n-1}$$



8. ábra . Az LD-eljárás felújítási költségei tűzállóanyag nélkül
1-, 2-, 3-as számított, *a*, *b*, c pontok leolvasandó értékek



9. ábra. Költségek a termelés mennyiségének függvényében
1, 2, 3 a teljes önköltségek, *a*, *b*, *c* átalakítási költségek

Mind az átalakítási, mind az összes költségekről a termelés függvényében szemléltető képet ad a *9. ábra*, ill. a *7. táblázat*.

Az átalakítási költségek a legnagyobbak a martin-eljárásban, valamivel kisebbek a Kaldo-eljárásban és a legkisebb az LD-eljárásban. Bár a betétköltségekben különbségek mutatkoznak, a teljes önköltség mégis ugyanazokat a viszonyokat tükrözi.

Feltevésünk az volt, hogy a martinüzem már megvan, tehát az is vizsgálandó, hogy a műszakilag

7. táblázat

A különféle acélgyártó eljárásokkal termelt acél 1 t-jának önköltsége a termelés mennyiségeinek függvényében

Költségek	Martin eljárás				LD-eljárás						Kaldo-eljárás		
					2 nagyolvasztóval			3 nagyolvasztóval					
	A_0A_1	B_0B_1	C_0C_1	D_0D_1	A_1A_2	B_1B_2	C_1C_2	A_1A_3	B_1B_3	D_1D_3	A_1A_5	B_1B_4	E_1E_4
	termelési viszonyszámok												
	1,00	1,31	1,43	1,52	1,61	1,26	0,94	2,46	2,09	1,17	2,29	1,98	1,84
Betétanyagok	2813,1	2813,0	2813,5	2813,6	2922,3	2922,3	2922,3	2922,3	2922,3	2922,3	2875,5	2867,6	2852,3
Átalakítási költségek	945,0	846,1	818,5	805,0	525,5	567,5	622,7	481,3	497,3	602,0	666,6	692,0	699,9
Összesen	3758,1	3659,1	3632,0	3618,6	3447,8	3489,8	3545,0	3403,6	3419,6	3524,3	3542,1	3559,6	3552,2

8. táblázat

A szóbajövő műszaki tartományokon belül a különböző eljárások kombinációiból származtatott átalakítási és önköltségek 1 t acélra Ft-ban

A rendelkezésre álló nagyolvasztók száma	Martin- és LD-mű			Martin- és LD-mű			Martin- és Kaldo-mű		
	2			3			2		
	termelési tartományok								
	$A_0A_1+A_1A_2$	$B_0B_1+B_1B_2$	$C_0C_1+C_1C_2$	$A_0A_1+A_1A_3$	$B_0B_1+B_1B_3$	$D_0D_1+D_1D_3$	$A_0A_1+A_1A_5$	$B_0B_1+B_1B_4$	$E_0E_1+E_1E_4$
Termelt mennyiség (viszonyszámokban)	2,61	2,57	2,37	3,46	3,40	2,69	3,29	3,29	3,29
Átalakítási költség	686	711	743	617	633	720	749	754	572
Teljes bérköltség	3566	3576,1	3597,5	3506,0	3511,9	3577,3	3604,9	3599,0	3586,6

A termelt mennyiség egysége a martinmű teljesen szilárd betéttel elérhető teljesítménye

szóbajövő termelési tartományokon belül az eljárások kombinációiból milyen átalakítási, illetve önköltségek adódnak. Ezeket az eredményeket foglalja össze a *8. táblázat*.

A legkedvezőbb önköltség a martin- és az LD-művek azon kombinációjában mutatkozik ($A_0A_1 + A_1A_3$), amelyben a martin-műben a folyékony nyersvasfelhasználás nincs, de három nagyolvasztó nyersvastermelésére kell támaszkodni. Ezzel a megoldással a kívánt termelés el is érhető.

A martin- és a Kaldo-mű kombinációk költsége általában nagyobb, mint a két nagyolvasztó nyersvastermelésére alapított martin- és LD-acélmű kombinációké (csak az $E_0E_1 + E_1E_4$ kombináció kisebb) (6. ábra), de a kívánt teljesítmény két nagyolvasztóval is elérhető.

A martin- és az LD-acélmű és két nagyolvasztós kombináció legkedvezőbb önköltsége a folyékony nyersvas nélküli martin-műre adódik, de a kívánt termelési mennyiség (3,28) nem érhető el.

A probléma tehát több megoldási változatot vet fel:

a) Az LD-üzem két lépcsőben létesülne úgy, hogy az elsőben a kívánt termelés mennyisége még nem érhető el, de elegendő a két nagyolvasztó nyersvastermelése, majd az LD-mű teljesítménynövelése a három nagyolvasztóval együtt történnék. Minthogy az igények is folyamatosan nőnek, a megoldáshoz vezető út járható!

b) Elhatározzuk, hogy új nagyolvasztót nem létesítünk és a kívánt termelés elérésére a Kaldo-eljárást vezetjük be. Ebben az esetben az önköltség mintegy 90 Ft/t-val állandóan nagyobb lesz, mint az *a)* változatban.

c) A nagyolvasztók számát nem szaporítjuk és megelégszünk a kisebb össszes termelt mennyiséggel, de a szükségleteket részben — hengerelt készgyártmány alakban — importtal elégítjük ki.

Felvethető természetesen más változat is, így például nyersvas, vagy acélhulladék előömlesztő berendezés közbeiktatása. Ez a megoldás ugyan nem lehetetlen, de számolnunk kellene kb. 230 Ft/t átömlesztési költségtöbblettel, ami csak abban az esetben térülne meg, ha pl. a szilárd nyersvas beszerzési ára a hazai nyersvas termelési költségekkel szemben kiegyenlítené a megömlesztés költségét. Az acélhulladék-felhasználást pedig korlátozza az országosan rendelkezésre álló mennyiség, illetve a gyakorlatilag megoldhatatlan hulladék import.

IRODALOM

[1] *Deaves, Karl:* Vorausbestimmungen im Wirtschaftsleben, Essen 1951.

[2] *Deaves, Karl:* Kontrollierte Prognosen, Handelsblatt 1962. 11. 9. 20. sz. 85. o.

[3] United Nation. Comparison of Steelmaking Processes 1962., 60. o. 47. ábra

Műszaki eseménynaptár

Jún. 6. 105 éve (1859) született *Bánki Donát* műegyetemi tanár, hazánk egyik legnagyobb magyar mérnöke (megh. 1922), aki Csonka Jánossal megalkotta az első karburátort (porlasztó) és a nevéről ismert Bánki-féle turbinát.

6. 45 éve (1919) halt meg *Kvassai Jenő* magyar vízimérnök (szül. 1850), a hazai vízjogitörvény (1885) egyik megalkotója, a Vízépítési Igazgatóság megszervezője.

10. 50 éve (1914) halt meg *Lechner Ödön* műépítész (szül. 1845), a magyar építészeti stílus megteremtője (Iparművészeti Múzeum, Földtani Intézet, Nemzeti Bank stb.)

13. 110 éve (1854) született *Parsons, Charles Algernon* angol mérnök (megh. 1931), a róla elnevezett nagynyomású gőzturbina feltalálója.

21. 90 éve (1874) halt meg *Angström, Anders Jöns* svéd fizikus és csillagász (szül. 1814), az asztrofizika megalapítója, aki elsőnek határozta meg a fény sebességét.

25. 90 éve (1874) nyílt meg a Szabadsághegyi Fogaskerék Vasút, időben a harmadik ilyen vasút a világon.

26. 140 éve (1824) született *Thomson, William* (Lord Kelvin) angol fizikus (megh. 1907), az abszolut hőmérsékleti skála meghatározója, az elektrostatika, elektrodinamika, hidro- és termodinamika jelentős kutatója.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum-u 17.). Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336—309

Alumínium-elektrolízis kádak oldalhőszigetelésének számításai*

DR. BALÁZS ENDRE a műszaki tudományok kandidátusa

DK 669.712.7:662.998.001.24

Bevezetés

Az alumíniumelektrolizáló kádak munkahatásfoka javításának egyik jelentős eredményekkel kecsegtető útja a kád hevítőellenállásának csökkentése. Az így kieső hevítőteljesítmény a kád hőegyensúlyában az áramerősség növelésével, a hőveszteségek csökkentésével, esetleg mindkettő egyidejű használatával ellensúlyozható. Az eredmény a kemence feszültségének csökkenése, a termelő kapacitás növekedése, a fajlagosok általános javulása. Az irodalomban hazai kádtípusainkra vonatkozó tényleges példákkal már rámutattunk ama lehetőségekre, melyek e műszaki fejlesztési irány egyes részleteiben rejlenek [1]. Az azóta szerzett tapasztalatok általában igazolták fejtegetéseink helyességét, az akkor még javaslatszerűen körvonalazott lehetőségek ma már a megvalósulás során a termelési kapacitás növekedésében és a fajlagos energiafogyasztás csökkentésében valóban jelentkeznek. A gyakorlatban azonban a jelentkező műszaki és gazdasági jellegű részletproblémák közül számos még tisztázásra, illetve aprólékosabb kidolgozásra vár. Az egyik ilyen probléma az anódméretek növelésének lehetősége, illetve a határok megállapítása adott kemenceszerkezetre.

E kérdést közelebb vizsgálva látható, hogy a következőkre szűkül: milyen legkisebb oldalbélésvastagság és munkatéröv szélesség (szénkoszorú-anód távolság) szükséges az elektrolizáló kádakban. A kérdést bonyolítja az elektrolit-oldalfagyás jelenléte és szükségessége. Az oldalfagyás a munkatéröv egy részét elfoglalja és vastagsága több kemenceszerkezeti és műszaki tényező függvényében (katód szerkezet, oldalhőszigetelés, munkatéröv szélessége, elektrolit összetétele és túlhevítésének foka, külső hőmérséklet stb.) bizonyos határok között változhat.

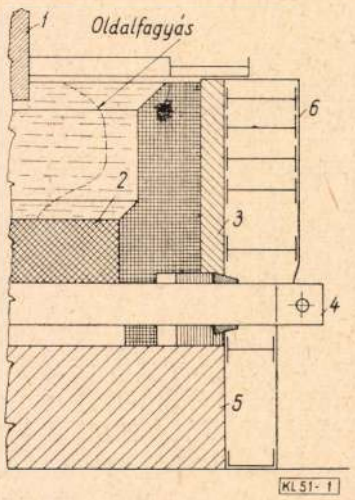
Valóban pl. ha adott elektrolithőmérsékleten és munkaöv szélességen túl nagy oldalhőszigetelést építünk, akkor az oldalfagyás vastagsága túlzottan lecsökkenhet, sőt a fagyás a kemencéből részlegesen, vagy teljesen el is tűnhet. Ellenkezőleg, ha a fenti körülmények között az oldalhőszigetelés túlságosan kicsi, az oldalfagyás olyan vastag réteget alkothat, hogy a kád munkaterében az anód mentén megmaradó olvadt elektrolitöv szélessége, az olvadt elektrolit összes mennyisége elégtelenné válik a kemence kezeléséhez, a timföldadagok befogadásához, a szokásos üzemhez.

Ez általános jellegű megállapítások azonban nem elégségesek a tényleges tervezéshez, ezért megkíséreltük a kemence oldalhőszigetelésének, oldalfagyás vastagságának, az anódoldalkoszorú távolság kiválasztásának és az elektrolit túlhevítési fokának kölcsönös összefüggését számítások alapján megvilágítani. Megjegyezzük, hogy e számítások során ma még elkerülhetetlenek az egyszerűsítések és esetenként elnagyolt jellegű meggondolásokat is el kell fogadnunk, de remélhető, hogy ez ösztönözni fogja szakembereinket a problémakör egyes részleteinek további, gondosabb kidolgozására.

* Érkezett 1963. június hó

Katódszekrény oldalfal hőmérsékletének számítása

A számításokban feltételezzük, hogy több réteges, párhuzamos határsíkokból álló hőáteresztő fallal van dolgunk. Ismeretes, hogy a gyakorlatban az oldalfagyás jellegzetes — a felszíni és a katódáram bevezetések okozta hőveszteségek hatásaként kialakuló — alakja miatt a kádmunkatér mélységi mérete mentén nem ez a helyzet *(1. ábra)*, azonban egyszerűsítésként elsősorban az



1. ábra. Az oldalfagyás jellegzetes alakja alumínium-elektrolizáló kádakban
1 = anód, 2 = katódszén bélés, 3 = oldalhőszigetelés, 4 = katódsín, 5 = fenékhőszigetelés, 6 = vas katódszekrény

oldalfagyás középső részére jellemző átlagvastagsággal számoltunk. A számítást az irodalomban közölteknek [2,] [3] megfelelően grafikus úton végeztük, azzal az eltéréssel, hogy egyes adatokat és kifejezéseket más, általánosabban elfogadottakkal helyettesítettünk, valamint nem egy-egy görbét, hanem görbe-sereget szerkesztettünk különféle hőveszteségi együtthatókra számítva. A számítást úgy végeztük, hogy különféle katódszekrény oldalfal külső hőmérsékletekre megállapítottuk az összegezett konvekciós és sugárzási hőveszteséget, az így nyert adatokból felrajzoltuk e jellemzők összefüggésének görbéjét, majd a különféle oladalhőszigetelési mértéket képviselő hővezetési együtthatók felhasználásával megszerkesztettük az egyes katódszekrény oldalfal hőfokokra vonatkoztatott vezetett oldalhőveszteségek egyeneseit. A vonalak találkozás-pontjai adják az egyensúlyi katódszekrény hőmérsékleteket különféle oldalhőszigetelésekre (k értékek), melyekben az oldalfagyás hőszigetelő hatása is beleértendő. Az oldalfagyás kialakulásának izotermáját 945

Az oldalfagyás vastagság alakulása az egyes

Fajlagos hőveszt. cal/m²·ó	25 C°-os elektrolit túlhevüléskor anód-szénkoszorú távolság, m						20 C°-os elektrolit túlhevüléskor anód-szénkoszorú távolság, m					
	l_{el} m	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	l_{el} m	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
200	1,00	—0,70	—0,60	—0,50	—0,40	—0,30	0,80	—0,50	—0,40	—0,30	—0,20	—0,10
300	0,87	—0,57	—0,47	—0,37	—0,27	—0,17	0,54	—0,24	—0,24	—0,04	0,06	0,16
400	0,50	—0,20	—0,10	—0,00	0,10	0,20	0,40	—0,10	0,00	0,10	0,20	0,30
500	0,40	—0,10	0,00	0,10	0,20	0,30	0,32	—0,02	0,08	0,18	0,28	0,38
600	0,33	—0,03	0,07	0,17	0,27	0,37	0,27	0,03	0,13	0,23	0,33	0,43
700	0,29	0,01	0,11	0,21	0,31	0,41	0,23	0,07	0,17	0,27	0,37	0,47
800	0,25	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
900	0,22	0,08	0,18	0,28	0,38	0,48	0,18	0,12	0,22	0,32	0,42	0,52
1000	0,20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,16	0,14	0,24	0,34	0,44	0,54
1100	0,18	0,12	0,22	0,32	0,42	0,52	0,15	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55
1200	0,17	0,13	0,23	0,33	0,43	0,53	0,13	0,17	0,27	0,37	0,47	0,57
1300	0,15	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,12	0,18	0,28	0,38	0,48	0,58
1400	0,14	0,16	0,26	0,36	0,46	0,56						

C°-ra, a csarnoklevegő hőmérsékletét 30 C°-ra vettük.

Az alkalmazott összefüggések a következők :

$$q_k = 2{,}2 \sqrt[4]{t_{ksz} - t_l}, \text{ cal/m}^2\cdot\text{ó} \qquad (1)$$

$$q_s = 3{,}4 \left[\left(\frac{273 + t_{ksz}}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + t_l}{100} \right)^4 \right] \text{ cal/m}^2\text{.ó} \qquad (2)$$

$$q_v = k(t_{of} - t_{ksz}) \text{ cal/m}^2\cdot\text{ó} \qquad (3)$$

$$\frac{1}{k} = \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \frac{l_3}{\lambda_3} + \ldots + \frac{l_x}{\lambda_x} + \frac{l_{of}}{\lambda_{of}} + \frac{1}{k_{ksz}}, \qquad (4)$$

ahol q_k, q_s, q_v a konvekciós, sugárzási és vezetéses hőveszteségfolyam [3], [4]

t_{ksz}, t_l, t_{of} katódszekrény oldalfal, csarnoklevegő és oldalfagyás-elektrolit fázishatár hőmérséklete, C°

2,2 és 3,4 a katódszekrény függőleges oldalfal megfelelő konvekciós és sugárzásos hőveszteség együtthatói, cal/m², ó, C°

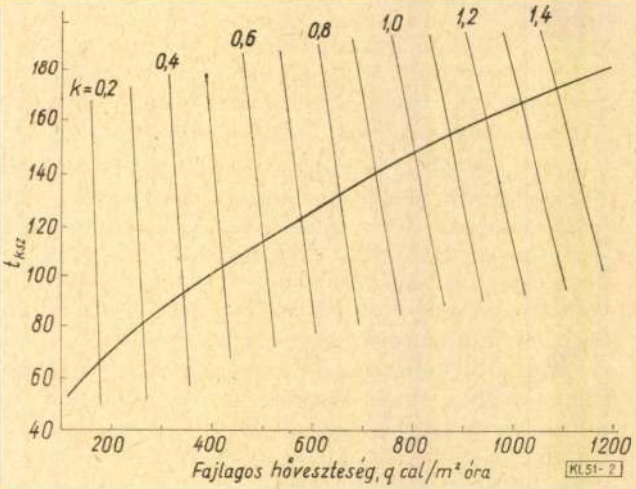
l_1, l_2, l_3, l_{of} az oldalhőszigetelés rétegeinek és az oldalfagyásnak vastagsága, m

λ_1, λ_2, λ_3, λ_{of} az oldalhőszigetelés rétegeinek és az oldalfagyásnak hővezetési együtthatói cal/m ó, C°

k az oldalfal összegezett hőátbocsátási együtthatója, cal/m², ó, C°

k_{ksz} a katódszekrényoldal képviselte hőátbocsátási szám, cal/m² ó, C°.

A számítások eredményeit a *2. ábrán* láthatjuk. A kapott katódszekrény oldalfal külső hőmérsékletek általában megfelelnek az ipari gyakorlatban mért adatoknak.



2. ábra. A számított katódszekrény oldalfal hőmérséklet és a fajlagos hőveszteségek alakulása különféle összesített hővezetési tényezőjű (k, cal/m².ó.C°) oldalhőszigetelésekkel (az oldalfagyás hőszigetelő hatását is beleértve)

Az oldalfagyás vastagság számítása

Az oldalfagyás vastagság számítására az irodalomban a következő kifejezést javasolják [5] :

$$l_{of} = \frac{\lambda_{of}(t_{el} - t_{ksz})}{q_v} = \frac{\lambda_{of}}{\lambda_{sz}} l_{sz} \text{ m} \qquad (5)$$

E kifejezés — mint megállapítható — a következő összefüggésekből adódik :

$$q_v = k(t_{el} - t_{ksz}) \quad \text{cal/m}^2, \text{ ó} \qquad (6)$$

$$\frac{1}{k} = \frac{l_{of}}{\lambda_{of}} + \frac{l_{sz}}{\lambda_{sz}} \text{ cal/m}^2\cdot\text{ó} \qquad (7)$$

ahol t_{el} az elektrolit hőmérséklete, C°

l_{sz} az összegezett oldalhőszigetelés vastagság (oldalfagyás nélkül) m

λ_{sz} az összegezett oldalhővezetési együttható, cal/m, C°.

befolyásoló tényezők függvényében, méterben *1. táblázat*

Fajlagos hőveszt. cal/m², ó	15 C°-os elektrolit túlhevüléskor anód-szénkoszorú távolság, m						10 C°-os elektrolit túlhevüléskor anód-szénkoszorú távolság, m					
	l_{el} m	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	l_{el} m	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
200	0,60	—0,30	—0,20	—0,10	0,00	0,10	0,40	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
300	0,40	—0,10	0,00	0,10	0,20	0,30	0,27	0,03	0,13	0,23	0,33	0,43
400	0,30	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
500	0,24	0,06	0,16	0,26	0,36	0,46	0,16	0,14	0,24	0,34	0,44	0,54
600	0,20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,13	0,17	0,27	0,37	0,47	0,57
700	0,17	0,13	0,23	0,33	0,43	0,53	0,11	0,19	0,29	0,39	0,49	0,59
800	0,15	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
900	0,13	0,17	0,27	0,37	0,47	0,57						
1000	0,12	0,18	0,28	0,38	0,48	0,58						

A —-val jelölt értékeken oldalfagyás nincs, sőt a 945 C°-os izoterma a szén oldalkoszorú munkatér felőli síkjától számítva az oldalszigetelés belseje irányában az adott értéknek megfelelő távolságban helyezkedik el
A bekeretezett részben az olvadt elektrolitöv szélesség min 0,20 m, az oldalfagyás vastagság szint 0,15 m

E kifejezésekben az elektrolit olvadt oldalöv szélessége és hőátadási együtthatója nem szerepel, tehát — és ez fő hiányosságuk — nem veszik figyelembe az olvadt elektrolit oldalövet, mint hőátadó közeget. Nincs megjelölve az, hogy t_{el} alatt az olvadt elektrolit réteg melyik pontjának hőmérsékletét értik, ugyanakkor ismeretes, hogy az elektrolit hőmérséklete az olvadt oldalöv különböző pontjaiban, így pl. közvetlenül az anód mellett és az oldalfagyás mentén nem egyező. Ez természetes, hiszen az olvadt elektrolit oldalöv is hőátadó közegként, illetőleg rétegként szerepel, tehát valamilyen hőmérsékletesés van a belsejében.

Egy adott összetételű (meghatározott dermedéspontú) elektrolitra megadva az elektrolit munkahőmérsékletét az anód mellett (és ezzel szükséges túlhevítésének fokát is), valamint a kádkezeléshez szükséges minimális olvadt oldalöv vastagságot, megközelítéssel feltételezhetjük, hogy ez értékekhez csak egy meghatározott hőfolyam, azaz oldalirányú hőveszteség tartozhat.

Az oldalhőveszteség számításoknak célszerű e körülményen alapulniok és a kiválasztandó oldalhőszigeteléseknek e kiinduló adatokhoz igazodniok. Az (5) kifejezés e körülményt figyelmen kívül hagyja, legyen a benne szereplő t_{el} akár az oldalfagyás kialakulási izotermájának hőmérséklete, akár az anód menti elektrolit hőmérséklet. Az első esetben definiálatlanul marad az oldalfagyás-izoterma helyzete (távolsága) az anódhoz viszonyítva, illetve az elektrolit szükséges túlhevítésének foka az olvadt oldalöv elengedhetetlen szélességének kialakulásához, a második esetben viszont az olvadt elektrolit oldalöv — mint az oldalirányú hőközvetítő rétegek egyike — egyszerűen kimarad a számításokból.

Az elmondottak alapján számításainkban a következőket feltételezzük:

Az anódszéltől vízszintes irányban a katódszekrény felé haladva a hőmérséklet az egyes anyagrétegeken belül a hőfolyamnak és a hővezetési együtthatónak megfelelően egyenletesen csökken. Továbbá feltételezzük, hogy az anód alatt az idő egységben keletkező hőmennyiség állandó. Ilyen egyszerűsítés a hőtechnikai számításokban folyadék- és gázrétegekre vonatkozóan is megengedett és az így alkalmazott együtthatót egyenértékű hővezetési együtthatónak nevezik [6]. Ez együtthatónak, valamint az oldalfagyás-olvadék fázishatár hőmérsékletének és az olvadék túlhevítése mértékének (olvadékhőmérséklet az anód mentén) megadásakor minden egyes túlhevítésre és fajlagos hőfolyamra (cal/m². ó) kiszámítható a dermedési izoterma ideális helyzete, illetőleg az anódtól való távolsága.

$$q = k_{el}(t_{el} - t_{of}) = \frac{k'_{el}}{l_{el}}(t_{el} - t_{of}) \text{ cal/m}^2 \cdot \text{ó} \qquad (8)$$

$$l_{el} = \frac{k_{el}}{q}(\Delta t) \text{ m} \qquad (9)$$

$$l_{of} = T\text{-}l_{el}, \text{ m} \qquad (10)$$

ahol q a fajlagos hőveszteségek, cal/m², ó
k_{el} az elektrolitréteg hővezetési együtthatója, cal/m.ó.C°
k'_{el} az elektrolitréteg fajlagos egyenértékű hővezetési együtthatója, cal/m.ó.C°.
l_{el} az elektrolit rétegvastagsága (vízszintes irányban), m
t_{el} az elektrolit hőmérséklete az anód mellett, C°
t_{of} az oldalfagyás kialakulási izotermájának hőmérséklete, C°
Δt az elektrolit túlhevítésének kőmérséklete, C°
T az anód-szénoldalkoszorú távolság, m
l_{of} az oldalfagyás vastagsága, m

Irodalmi adat híján gyakorlati adatokon alapuló becsléssel az elektrolit fajlagos egyenértékű hővezetési együtthatóját 8,0 cal/m.ó.C°-nak vesszük, ez megfelel egy olyan állapotnak, melyen

egy erősen oldalhőszigetelt katódnál ($q = 500$ cal/m².ó) 15 C°-os elektrolit túlhevüléskor az olvadt öv vastagsága (l_{el}) 24 cm. Hangsúlyozzuk az adat becsült voltát, pontosabb megállapítása érdekében további vizsgálatok szükségesek.

Az *1. táblázatban* a fentiek alapján számított olvadt öv és oldalfagyás vastagságokat csoportosítottuk különféle oldalhőveszteségek, elektrolit túlhevítési hőmérséklet és anód-szénoldalkoszorú távolságok szerint. A táblázatban külön elhatároltuk azokat a részeket, melyeken belül az oldalfagyás vastagság (l_{of}) nem kevesebb 0,15 m-nél és az elektrolit rétegvastagsága (l_{el}) vizszintes irányban min. 0,20 m.

Megjegyezzük, hogy az elektrolit túlhevítési hőmérsékletének növekedése ismeretesen egyértelmű a fémveszteségek növekedésével és az áramhatásfok csökkenésével.

A táblázat adataiból többek között az alábbi következtetések vonhatók le :

a) Adott elektrolit túlhevülési mértéken az oldalfagyás és olvadt oldalöv vastagság valamely minimálisan szükséges mértéke csak egy korlátozott fajlagos oldalhőveszteségi tartományon belül tartható fenn. E tartomány annál nagyobb, minél nagyobb mérvű az elektrolit túlhevítése és minél nagyobb az anód-szénoldalkoszorú távolság.

b) Adott elektrolit túlhevüléskor a fajlagos oldalhőveszteség tartomány alsó határa (maximálisan megengedhető oldalhőszigetelés) az anód-szénoldalkoszorú távolság csökkenésével a nagyobb oldalhőveszteségek (gyengébb oldalhőszigetelési szint) irányában tolódik el, míg a felső határ (minimálisan szükséges oldalhőszigetelés) egyszinten marad.

c) Az olvadt oldalöv vastagsága függ a fajlagos hőveszteség-folyamtól és az olvadék túlhevítési fokától és nem függ közvetlenül az anód-szénoldalkoszorú távolságtól.

A katód oldalhőszigetelés és az oldalfagyás vastagság összefüggése

A 2. ábrán megtalálhatjuk az egyes fajlagos oldalhőveszteségekhez tartozó egyensúlyi oldalhőszigetelési együtthatókat (k). Azonban

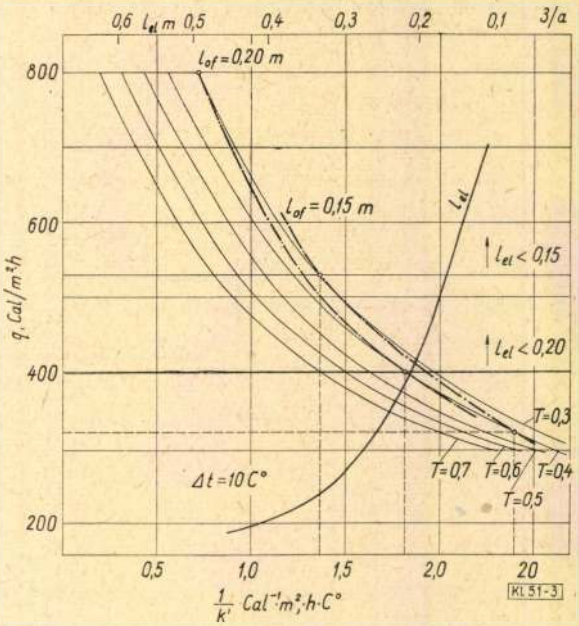
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k'} + \frac{l_{of}}{0{,}75} \qquad (11)$$

$$\frac{1}{k'} = \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \frac{l_3}{\lambda_3} + \ldots + \frac{l_x}{\lambda_x} \cdot \frac{1}{k_{ksz}}, \qquad (12)$$

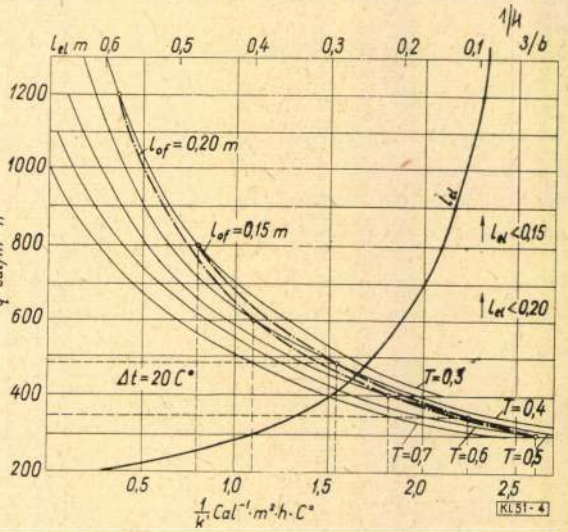
ahol k' az oldalhőszigetelés hővezetési együtthatója az oldalfagyás nélkül, cal/m².ó.C°

0,75 az oldalfagyás hővezetési együtthatója [7].

A fenti (11) kifejezés és az 1. táblázat adatai (l_{of} stb.) alapján most már kiszámíthatjuk az egyes, egymással összhangban levő q, Δt, k, l_{el} és l_{of}-fel egyensúlyban levő $1/k'$ értékeket, azaz (ezentúl így nevezzük) az összevont oldalhőszigetelési együtthatót (az oldalfagyás nélkül). Ellenkezőleg, ha az így nyert adatokat diagramokban csoportosítjuk, képet kaphatunk arról, hogy különféle oldalhőszigetelésekkel egyéb megvalósított viszonyok (T, Δt stb.) között a számítások alapján a



3. ábra. A kád beépített oldalhőszigetelésének, a fajl. oldalhőveszteségeknek, az olvadt öv szélességnek és oldalfagyás vastagságnak összefüggése 10 C°-os elektrolit túlhevüléskor



4. ábra. A kád beépített oldalhőszigetelésének, a fajl. oldalhőveszteségeknek, az olvadt öv szélességnek és oldalfagyás vastagságnak összefüggése 15 C°-os elektrolit túlhevüléskor

kádban milyen oldalfagyás és elektrolit rétegvastagságoknak (ld) kell kialakulniok. A 3., 4., 5., 6. ábrán az épített oldalhőszigetelés ($1/k'$), az oldalhőveszteségek, az anód-szénoldalkoszorú távolság és az olvadt öv vastagság egymással összefüggő értékeit láthatjuk különböző mérvű elektrolit túlhevítésre. Az ábrákon vastag vízszintes vonalakkal határoltuk el azokat az értékeket, melyek alatt az elektrolit vízszintes rétegvastagsága (l_{el}) 0,15, illetőleg 0,20 m-nél kisebb.

Itt említjük meg, hogy a vízszintes I-tartókból álló, zárt keretet alkotó katódszekrény oldalfal szerkezet (1. ábra) hőszigetelő hatásának számítását a következőképpen végeztük :

$$\frac{1}{k_{ksz}} = \frac{h}{\lambda_a} \cdot \frac{l_t}{l_g} \text{ cal}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{ó} \cdot \text{C}^\circ \qquad (13)$$

ahol k_{ksz} a katódszekrény oldalfal képviselte hővezetési szám, cal/m².ó.C°

h a használt tartó magassága, m

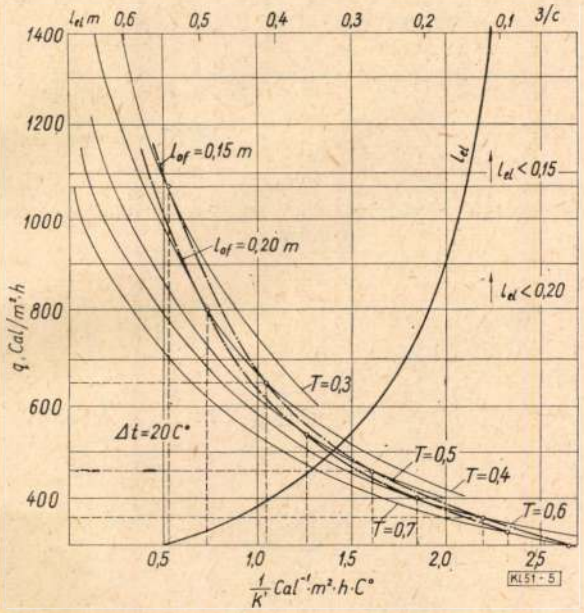
l_t a tartó talpszélessége, m

l_g a tartó gerincének vastagsága, m

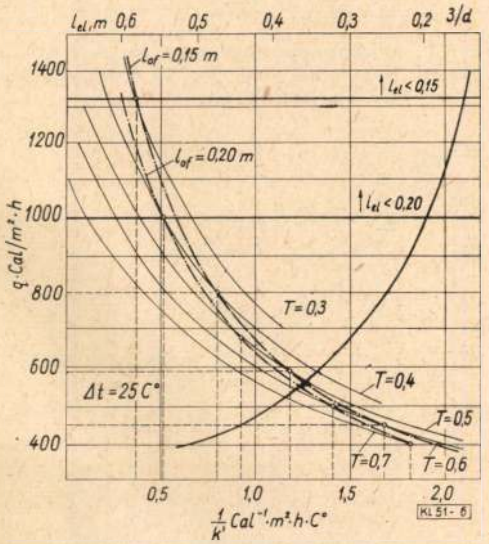
λ_a az idomvas hővezetési együtthatója, cal m.ó.C°, az adott esetben 39 cal/m.ó.C°.

A *3—6. ábrából* levonható néhány következtetés :

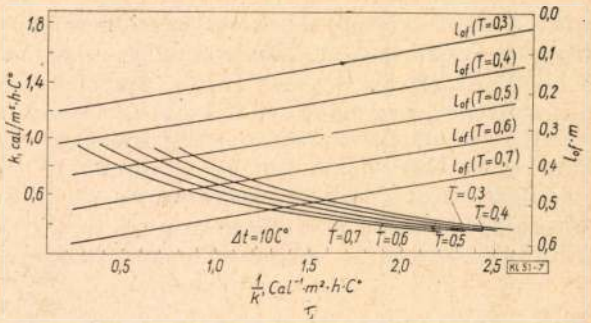
a) Adott elektrolit túlhevítési hőmérséklet mellett az oldalhőszigetelés (1/k') növelésével az oldal hőveszteségek nem csökkennek egyenes arányban, mivel az oldalfagyás vastagsága ellenkező értelemben változik.



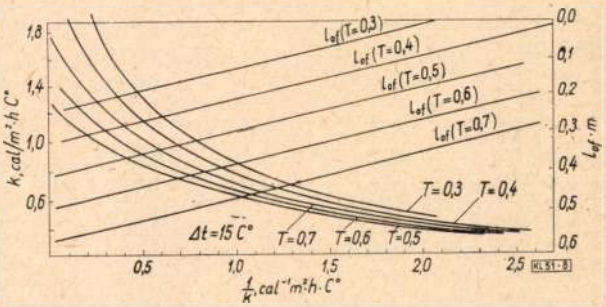
5. ábra. A kád beépített oldalhőszigetelésének, a fajl. oldalhőveszteségeknek, az olvadt öv szélességnek és oldalfagyás vastagságnak összefüggése 20 C°-os elektrolit túlhevüléskor



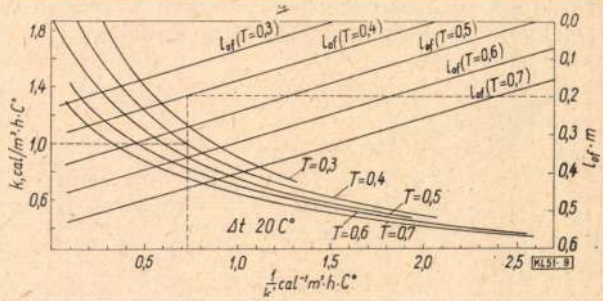
6. ábra. A kád beépített oldalhőszigetelésének, a fajl. oldalhőveszteségeknek, az olvadt öv szélességnek és oldalfagyás vastagságnak összefüggése 25 C°-os elektrolit túlhevüléskor



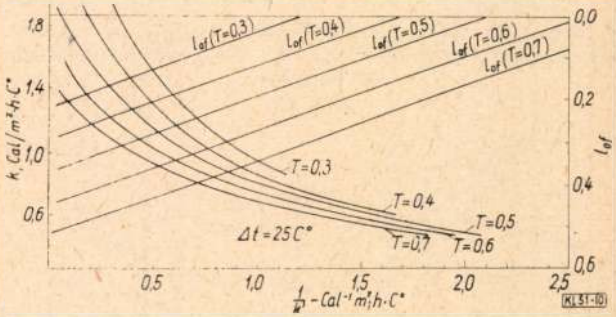
7. ábra. Az összegezett hővezetési tényező (k) és az oldalfagyás-vastagság függése az oldalhőszigetelés mértétől (1/k') az anód-szénoldalkoszorú távolság függvényében 10 C°-os elektrolit túlhevüléskor



8. ábra. Az összegezett hővezetési tényező (k) és az oldalfagyás-vastagság függése az oldalhőszigetelés mértétől (1/k') az anód-szénoldalkoszorú távolság függvényében 15 C°-os elektrolit túlhevüléskor



9. ábra. Az összegezett hővezetési tényező (k) és az oldalfagyás-vastagság függése az oldalhőszigetelés mértétől (1/k') az anód-szénoldalkoszorú távolság függvényében 20 C°-os elektrolit túlhevüléskor



10. ábra. Az összegezett hővezetési tényező (k) és az oldalfagyás-vastagság függése az oldalhőszigetelés mértétől (1/k') az anód-szénoldalkoszorú távolság függvényében 25 C°-os elektrolit túlhevüléskor

b) Adott elektrolit túlhevítési hőmérséklet és oldalhőszigeteléskor (1/k') az anód-szénoldalkoszorú távolság csökkenésével az oldalhőveszteségek növekszenek.

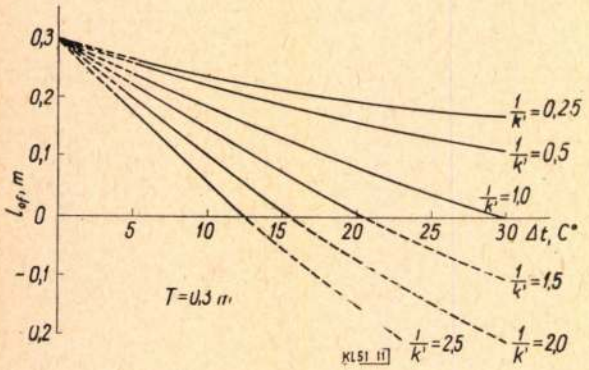
c) Adott elektrolit túlhevítési hőmérséklet mellett minél kisebb az anód-szénoldalkoszorú távolság, annál szűkebb határok közé szorulnak az oldalhőszigetelés értékek ($1/k'$), amelyek egy meghatározott minimális oldafagyás vastagság és minimális elektrolit vízszintes rétegvastagság (l_{el}) fenntartását biztosítják. Így pl. minimum 15 cm oldalfagyás vastagságot és ugyanolyan olvadtöv vastagságot biztosító értékhatárok a 4. és 5. ábrából kigyűjtve a következők *(2. táblázat)*.

2. táblázat

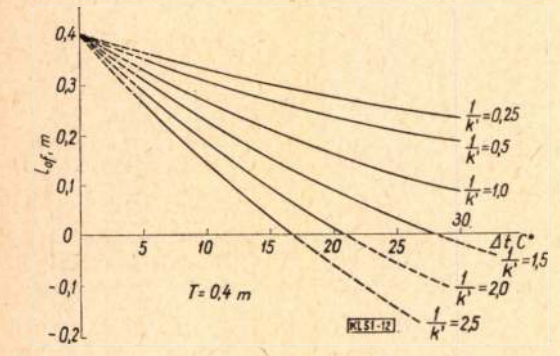
A legalább 0,15 m oldalfagyás-vastagságot és legalább 0,15 m olvadt oldalöv vastagságot biztosító 1/k' értékhatárok

Oldaltáv, m	1/k' (cal/m²·ó·C°)⁻¹	
	15 C°-os elektr. túlhev.	20 C°-os elektr. túlhev.
0,3	0,80	0,52
0,4	0,66—1,54	0,39—1,05
0,5	0,53—2,26	0,26—1,62
0,6	0,40—2,61	0,13—2,20
0,7	0,26—2,80 felett	0,02—2,70

A *7., 8., 9.* és *10. ábrán* az oldalfagyással együtt számított k összegezett oldalhővezetési tényező, valamint az oldalfagyás vastagság függését mutatjuk be az épített oldalhőszigetelés mértékétől ($1/k'$), az anód-szénoldalkoszorú távolság és az elektrolit túlhevülési fok függvényében.



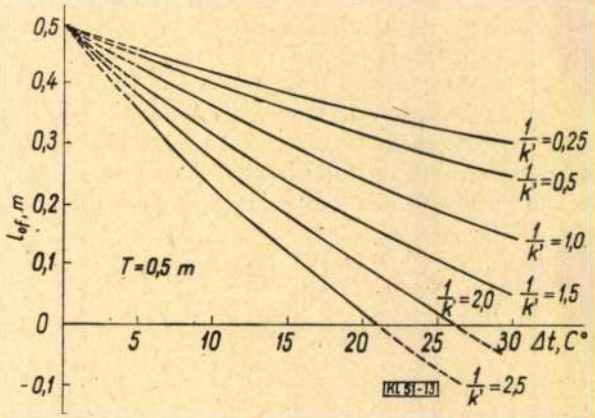
11. ábra. Az oldalfagyás vastagság függése az olvadék túlhevítésének mértékétől 0,3 m anód-szénoldalkoszorú távolságon



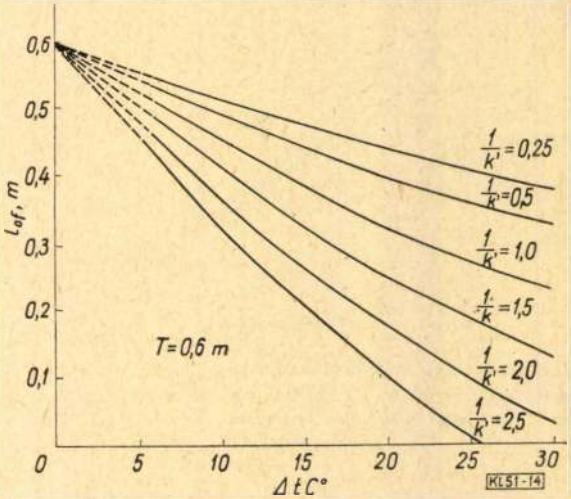
12. ábra. Az oldalfagyás vastagság függése az olvadék túlhevítésének mértékétől 0,4 m anód-szénoldalkoszorú távolságon

A *11., 12., 13., 14.* és *15. ábrán* azt mutatjuk be, hogy az elektrolit túlhevítési fokának függvényében konkrét anód-szénoldalkoszorú távolságokkal hogyan változik az oldalfagyás számított vastagsága.

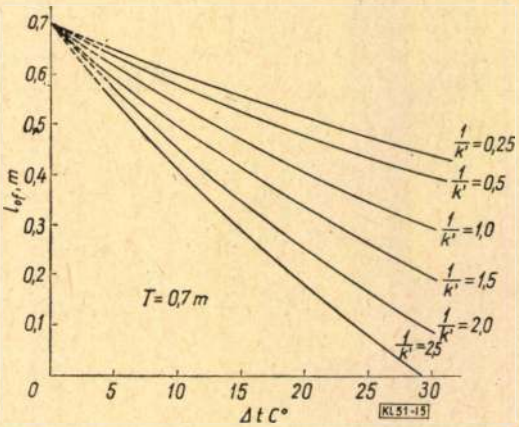
A 11—15. ábrákból a következők állapíthatók meg :



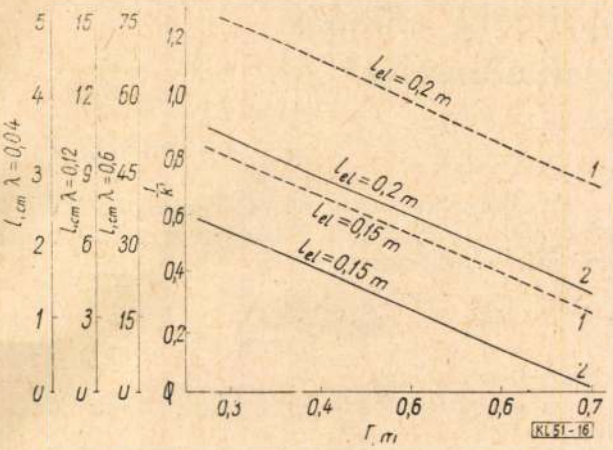
13. ábra. Az oldalfagyás vastagság függése az olvadék túlhevítésének mértékétől, 0,5 m anód-szénoldalkoszorú távolságon



14. ábra. Az oldalfagyás vastagság függése az olvadék túlhevítésének mértékétől 0,6 m anód-szénoldalkoszorú távolságon



15. ábra. Az oldalfagyás vastagság függése az olvadék túlhevítésének mértékétől 0,7 m anód-szénoldalkoszorú távolságon



16. ábra. A kád oldalhőszigetelési igényének változása az anód-szénoldalkoszorú távolság függvényében, adott olvadt elektrolitöv szélesség és elektrolit túlhevítési fokon
1 = Δt, 15 C°, 2 = Δt, 20 C°

a) Minél nagyobbak a kemence oldalhőveszteségei, annál kevésbé érzékeny az oldalfagyás vastagság a hőmérséklet ingadozásokra (elektrolit túlhevítési hőmérsékletének változására).

b) Minél nagyobb az anód-szénoldalkoszorú távolság, annál kisebb a lehetősége annak, hogy a kemence oldalfagyása eltűnik, így $T = 0{,}7$ m-en még rendkívül erős oldalhőszigetelésen is $(1/k' = 2{,}5)$ 30 C° körüli túlhevítés szükséges ahhoz, hogy az oldalfagyás eltűnjön, míg $T = 0{,}3$ m-en közepes mérvű oldalhőszigetelésen $(1/k' = 1{,}5)$ is már 20 C°-os elektrolit túlhevüléskor az oldalfagyás eltűnik.

A *16. ábrán* az előzőek alapján azt mutatjuk be, hogy számításaink szerint mily mértékben kell növelni a kád épített oldalhőszigetelését $(1/k')$ az anódszénoldalkoszorú távolság csökkentésekor ahhoz, hogy egy adott olvadt oldalöv vastagság fennmaradjon. Ennek során állandó elektrolit túlhevítési hőmérsékleten nem változnak a kád fajlagos oldalhőveszteségei.

Az ábrákból is látható, hogy ha az anódszénoldalkoszorú távolság csökkentésével párhuzamosan nem növeljük a kiinduló helyzetben még megfelelő oldalhőszigetelést, azaz *túlzottan kis oldalhőszigetelést* építünk, akkor a kád üzemi beállítása során a kezeléshez szükséges olvadt elektrolitöv szélesség kialakítása érdekében *fel kell emelni az anódot*, azaz növelni kell az elektrolit túlhevülési fokát.

Ismeretes, hogy minden 10 C° elektrolit hőmérséklet emelkedés az ipari értékhatárokon belül irodalmi adatok szerint mintegy 2% áramhatásfok csökkenéshez vezet. Ebből láthatjuk a fenti összefüggések figyelmen kívül hagyásakor jelentkező káros következmények mértékét.

Túlzottan nagy oldalhőszigetelés építésekor megegyező elektrolit túlhevítési hőmérsékleten a túlzottan oldalhőszigetelt kádban az oldalfagyás vastagsága kisebb lesz, mint a megfelelően oldalt hőszigetelt kádban. Például két azonos szerkezetű, megegyező üzemi viszonyok között üzemben tartott, de eltérő oldalhőszigetelésű elektrolizáló kád oldalhőszigetelésére jellemző számok legyenek: $1/k'$ kb. 1,2 és 2,8 cal/m² ó. C°$^{-1}$. A 12. ábrából megállapítható, hogy 15—20 C°-os elektrolit túlhevüléskor az első kádban az oldalfagyás számított vastagsága 15—20 cm lesz, az így kialakuló 20—25 cm vastag olvadt oldalöv elégséges a kád akadálytalan kezeléséhez. Az erősebb oldalhőszigetelésű második kádban ugyanakkor egy 15—20 C°-os elektrolit túlhevítéskor már eltűnik a számítások szerint az oldalfagyás. Ekkor az elektrolit túlhevítési fokát 5—10 C° közé kell csökkentenünk ahhoz, hogy 15—20 cm vastag oldalfagyás alakulhasson ki.

A kádak mindennapi hőegyensúly szabályozásának mai fokán ez az állapot folyamatosan nehezen tartható fenn, a kemencejárat labilissá válik, *oldalbadolgozási* és *aláfagyási* periódusok követhetik egymást, ekkor a kádfeszültség egyenetlen képet mutat, az átlagfeszültség nagyobb, a mutatók rosszabbak lesznek.

(folytatjuk)

Egyetemi hírek

1964. április 6-án a Szovjetunió párt- és kormányküldöttsége élén *Nyikita Szergejevics Hruscsovval*, a Szovjetunió Kommunista Pártja Központi Bizottságának első titkárával, a Szovjetunió Minisztertanácsának elnökével, látogatást tett egyetemünkön. A küldöttséggel együtt érkezett *Kádár János*, az MSZMP központi Bizottságának első titkára, *Kállai Gyula*, a Minisztertanács elnökhelyettese, az MSZMP Politikai Bizottságának tagja, és *Cseterki Lajos* elvtárs, a Politikai Bizottság póttagja, a Központi Bizottság titkára.

Vendégeinket *dr. Zambó János* rektor, *dr. Antal Boza József* egyetemünk párttitkára és *dr. Polinszky Károly* művelődésügyi miniszterhelyettes fogadta, majd az egyetem tanácstermében megbeszélést tartottak. A tárgyalás után a tanbánya és az egyetem múltját és jelenét bemutató kiállítások megtekintése következett, utána előbb *Ny. Sz. Hruscsov*, majd *Kádár János* mondott nagy tetszéssel fogadott beszédet az Aulában összegyűlt oktatók, hallgatók és dolgozók előtt. Ezután megköszönve a szívélyes fogadtatást, elbúcsúztak egyetemünktől.

*

Gulyás Józsefet, a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék tudományos munkatársát, a „Különböző arányú, négyszögalapú prizmák duzzasztásakor fellépő feszültségek és alakváltozások elméleti és kísérleti vizsgálata" c. értekezése és a március 18-án letett doktori szigorlata eredményeként, április 3-án nyilvános egyetemi tanácsülésen, műszaki doktorrá avatták.

Csabalik Gyula egyetemi adjunktus, a Kollégium Hungaricum ösztöndíjasaként február és március hónapban Ausztriában tartózkodott, ahol tanulmányozta az acélgyártás oktatását és meglátogatta az osztrák vaskohászati üzemeket.

Farkas Ottó

Pilgerhengerművi optimális előtolás meghatározása és alkalmazása*

KÖVES FERENC

DK 621.944.3.004.15

Az acélcsőgyártás az utóbbi évtizedekben rohamosan növekedett, s ez a növekedés az utolsó 20 évben világviszonylatban kb. 3-szoros, hazai viszonylatban kb. 3,75-szeres. Az acélcső termelésen belül világviszonylatban nagyobb mértékben, hazánkban kisebb mértékben megnövekedett a hegesztett acélcsövek aránya a varratnélküli acélcsövekhez képest. A varratnélküli acélcsövek gyártott mennyisége mégis mindenütt jelentősen megnövekedett, minthogy a felhasználásra, mint például az olajbányászatban, erőművekben, a vegyiüzemekben egyes csőfajták a fellépő igénybevételnek csak varratnélküli minőségben felelnek meg. A varratnélküli csőgyártás az utolsó 20 évben világviszonylatban kb. 2,7-szeresre, hazánkban kb. 3,5-szeresre emelkedett.

A mennyiségi követelmények szükségessé tették a varratnélküli acélcsövek gyártási kapacitásának lényeges fejlesztését. A fejlesztés egyrészt új acélcsőgyártó eljárások kialakításában, másrészt a meglevő acélcsőgyártó eljárások tökéletesítésében mutatkozott.

A legrégebbi varratnélküli acélcsőgyártó eljárás, a Mannesmann-eljárás is mind a gyártási módszerben, mind a gépi berendezésekben jelentős fejlődésen ment keresztül. A fejlesztés célja az volt, hogy a Mannesmann-eljárás egyrészt megőrizze a többi eljárással szemben fennálló előnyeit, így például a tág gyártási mérethatárokat, a méretváltoztatás könnyű lehetőségét, másrészt csökkentse a többi eljárással szemben fennálló hátrányait, mint például a kedvezőtlen anyagkihozatalt és a kis termelékenységet.

A Mannesmann-eljárás fejlesztése szempontjából döntő tényező a termelékenység növelése. A termelékenységre vonatkozóan a Mannesmann-féle csőnyújtó hengerlést, a pilgerhengerlést kell vizsgálni, minthogy a gyártási folyamatok sorrendjében általában ez jelenti a szűk keresztmetszetet.

A dolgozatban használt jelölések a következők :

d a kaliberátmérő, mm
D a pilgerhenger ideális átmérője, mm
k_D a simítási tényező a pilgerhenger dolgozó szakaszára
k_s a simítási tényező a pilgerhenger simító szakaszára
l_m az egy pilgerhenger fordulatra eső nyúlás, mm
L egy hengerelt cső átlagos hossza, m
$L_{ö}$ az egy óra alatt hengerelt cső hossza, m
m az egy pilgerhenger fordulatra eső előtolás, mm
n a pilgerhengerek percenkénti fordulatszáma,
t_f a hengerlési főidő, perc
t_m a hengerlési mellékidő, perc
z az ütésszám
α_1 a kalibernyitás szöge a simító szakaszban
α_2 a kalibernyitás szöge az üresjárat szakaszban
λ a nyújtási tényező
Θ_D a pilgerhenger dolgozó szakasza, rad
Θ_s a pilgerhenger simító szakasza, rad
ω az előresietési tényező

* Előadásként elhangzott 1963. október 24-én az Acélcsőgyártó Konferencián.

A pilgerhengersor termelékenységének vizsgálatakor az egy óra alatt hengerelt cső hosszából kell kiindulni, amit az

$$L_{ö} = \frac{60 \cdot L}{t_f + t_m} \qquad (1)$$

képlet határoz meg.

A hengerlési főidőt a következő képlet határozza meg :

$$t_f = \frac{L}{n \cdot m} \qquad (2)$$

A képlet elemzése alapján a pilgersor termelékenység-növelésének lehetőségei a következők :

1. A mellékidő csökkentése egyrészt relatív értelemben a betétsúlyok növelése révén a hengerelt csőhossz növelésével, másrészt abszolút értelemben a gépesítés növelése révén a mellékidőt kitevő műveletek rövidítésével, illetve gyorsításával.

2. A főidő csökkentése egyrészt a pilgersori hajtás korszerűsítése és vízfékes előtolóberendezés révén a pilgerhenger percenkénti fordulatszámának növelésével, másrészt az egy pilgerhenger fordulatra eső előtolás növelésével.

Dolgozatomban azzal kívánok foglalkozni, hogy milyen lehetőségei és feltételei vannak a pilgerhengersorok egy hengerfordulatára eső optimális előtolás meghatározásának és üzemi beállításának.

A pilgerhengersorok egyik leglényegesebb mutatója az előtolás. Az előtolás mértéke döntő módon megváltoztatja egyrészt a hengersor teljesítményét, másrészt a hengerelt csövek minőségét. Az előtolást ezideig általában gyakorlati úton határozták meg. Az előtolás helyes megválasztása lehetőséget ad a pilgerhengersor teljesítményének növelésére és a hengerelt csövek minőségének javítására.

A pilgerhenger egy fordulatára eső megnyúlás alatt azt a csőhosszt értjük, amellyel a hengerelt cső egy hengerfordulat alatt meghosszabbodik.

Ütésszám alatt a pilgerhengernek azt a fordulatszámát értjük, amennyitől a hengerelt cső egy méterrel meghosszabbodik.

Az egy hengerfordulatra eső megnyúlást a következő képlet határozza meg :

$$l_m = m \cdot \lambda \qquad (3)$$

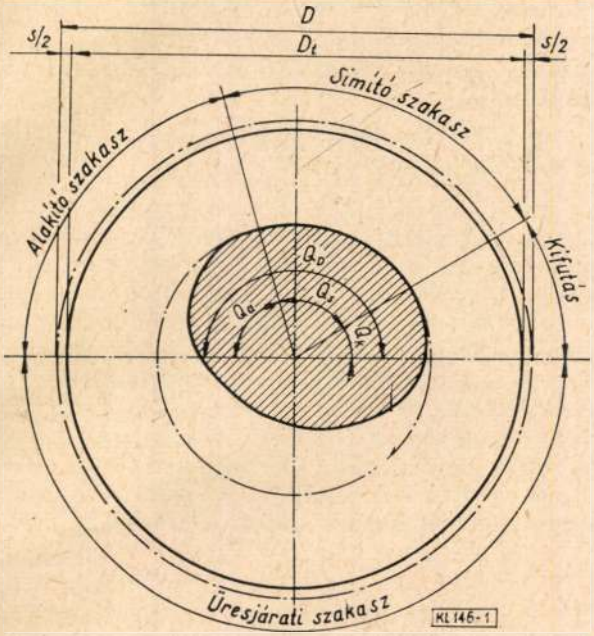
Az ütésszámot a következő képlet határozza meg :

$$z = \frac{1000}{l_m} \qquad (4)$$

Az előtolás számítására korábban a következő képlet szolgált :

$$m = \frac{D - d}{2} \cdot \frac{\Theta_D}{k_D \cdot \lambda} \qquad (5)$$

A k_D tényezőt irodalmi adatok alapján célszerű 6-nak venni. A képletből következik, hogy a hengerelt cső megfelelő felületi simaságának biztosítása érdekében az előtolást úgy kell megválasztani, hogy a hengerelt cső minden egyes felületeleme 6-szor kerüljön érintkezésbe a pilgerhenger dolgozó szakaszának magprofiljával.



1. ábra. A pilgerhenger keresztmetszete
D a pilgerhenger ideális átmérője, D_t a henger tényleges átmérője, *S* a hengerek közti hengerrés, Θ_D a dolgozó szakasz, Θ_A az alakító szakasz, Θ_S a simító szakasz, Θ_K a kifutó szakasz radiánban

Az *1. ábra* mutatja a pilgerhenger keresztmetszetét.

A *2. ábra* mutatja a pilgerhenger üregének alakját. Az ábra baloldali része a simítószakasz, jobboldali része az üresjárati szakasz üregét mutatja.

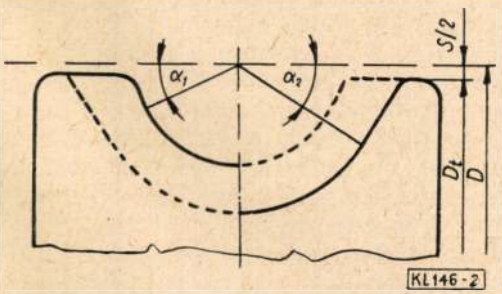
A *3. ábra* mutatja az előtolást és az egy hengerfordulatra eső nyúlást.

A képletnek a következő két hiányossága van :

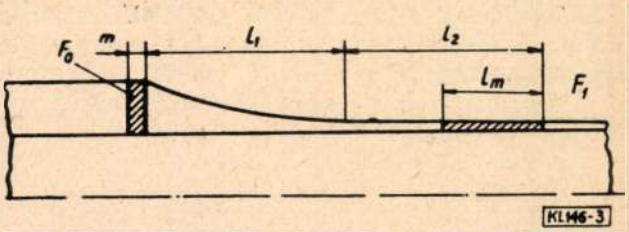
1. A pilgerhenger dolgozó szakaszával számol, jóllehet a hengerelt cső felületi simaságát csak a pilgerhenger simítószakasza biztosítja.

Indokolt tehát a pilgerhenger simítószakaszával számolni.

2. A pilgerhenger magprofiljának a sugarával számol, jóllehet a hengerelt cső kilépési sebessége



2. ábra. A pilgerhenger üregének profilja
α_1 a simító szakaszban, α_2 az üresjárati szakaszban a kalibernyitás szöge



3. ábra. Az előtolás és az egy pilgerhenger fordulatra eső megnyúlás
m az előtolás, l_m az egy hengerfordulatra eső megnyúlás, l_1 az alakító szakasz, l_2 a simító szakasz kifejlett görbéjének vetülete, F_0 a nyers cső, F_1 a hengerelt cső keresztmetszete

nem egyezik meg a magprofiljának kerületi sebességével.

Indokolt tehát a pilgerhenger azon pontjának sugarával számolni, amelynek a kerületi sebessége megegyezik a hengerelt cső kilépési sebességével, ahol tehát a pilgerhenger és a hengerelt cső érintkezése csúszásmentes, ez a valódi sugár. A valódi sugár meghatározására több módszer alakult ki. Ezek közül a legjelentősebbek a következők :

a) *Lobkovitz* a fél kalibernek megfelelő körív súlypontjában határozza meg a valódi sugarat, s így a sugár $\frac{D-d}{2}$ helyett $\frac{D}{2} - \cdot\frac{d}{\pi}$-nek adódik.

b) *Grüner, Paul* a valódi sugarat a fél kalibernek megfelelő körív pontjaihoz tartozó kerületi sebességek középértékét jelentő pontban határozza meg, s így a sugár $\frac{D-d}{2}$ helyett $- \cdot\frac{d}{2}$-nek adódik.

c) *Jemeljanyenko* kísérleteket végzett, melynek során a hengerkalibert egymástól azonos távolságban levő rovátkákkal látta el és megvizsgálta, hogy a hengerelt csövön a rovátkák távolsága mely pontban egyezik meg a kaliberben levő rovátkák távolságával, s a kaliber ennek megfelelő pontjában határozta meg a valódi sugarat. A kísérleti adatok alapján megállapította az előresietési tényezőt, s így a sugár $\frac{D-d}{2}$ helyett $\frac{D-d}{2}\cdot\omega$-nak adódik ; ω a pilgerhenger simítószakaszában 1,06—1,10 közé esik.

A fenti módszerek közül a Jemeljanyenko-féle módszer adja a legmegbízhatóbb eredményt.

Az előtolás számítására tehát a következő képlet használata indokolt :

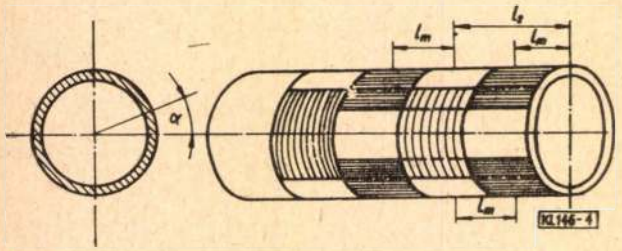
$$m = \frac{D-d}{2}\cdot\frac{\Theta_s\cdot\omega}{k_s\cdot\lambda} \qquad (6)$$

A k_s tényezőt irodalmi adatok alapján célszerű 2,5—3,0-nak venni. A képletből levonható következtetés szerint a hengerelt cső megfelelő felületi simaságának biztosítása érdekében az előtolást úgy kell megválasztani, hogy a hengerelt cső minden egyes felületeleme 2,5—3,0-szor kerüljön érintkezésbe a pilgerhenger simítószakaszával.

A k_s tényező legalább 2, mivel a kaliber nyitásából következően legalább két érintkezés szükséges ahhoz, hogy a hengerelt cső minden egyes

felületeleme a hengerkaliber simítószakaszának köralakú részével legalább egyszer érintkezzék, s így a hengerelt cső a kívánt méretet elnyerje.

A *4. ábra* mutatja a hengerelt cső simításának vázlatos folyamatát.



4. ábra A hengerelt cső simításának alapelve

l_m az egy hengerfordulatra eső megnyúlás, l_2 a simítószakasz kifejlett görbéjének vetülete, l_1 a kalibernyitás szöge a simítószakaszban

A legnagyobb előtolás k_s legkisebb értékén adódik.

Az egy hengerfordulatra eső nyúlás számítására a következő képlet szolgál:

$$l_m = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{\Theta_s \cdot \omega}{k_s} \qquad (7)$$

Az ütésszámot a következő képlettel számítjuk ki:

$$z = \frac{2000 \cdot k_s}{(D-d)\Theta_s \cdot \omega} \qquad (8)$$

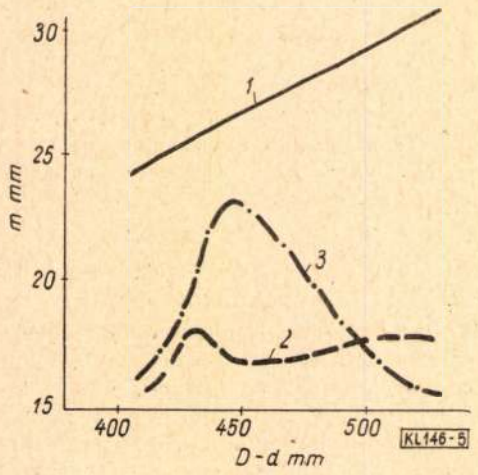
Az előtolás helyes megválasztását, s ezen keresztül a hengerlési teljesítmény növelését és a hengerelt csövek minőségének javítását a Csepeli Csőgyár 6—12″-os nagyhengersorának pilgerhengerművére vonatkozóan megvizsgáltuk. A nagyhengersoron különböző kaliberekben szokott falvastagságú csövek hengerlésével kísérletsorozatot végeztünk a számított legnagyobb, a műveleti utasításban előírt és a gyakorlatban mért átlagos előtolások összehasonlítása érdekében.

A számított legnagyobb előtolásokat a (6) képlet alapján határoztuk meg $k_s = 2$ legkisebb simítási tényező felhasználásával, s ezt a következőkben számított előtolásnak nevezzük. A műveleti utasítás az előtolásokat a kaliberátmérőnek és a hengerelt cső falvastagságának függvényében tapasztalati adatok alapján tartalmazza, s ezt a következőkben előírt előtolásnak nevezzük. A gyakorlatban mért átlagos előtolásokat a hengersoron végzett mérések alapján határoztuk meg, s ezt a következőkben mért előtolásnak nevezzük.

Az előtoláson kívül meghatároztuk az ütésszámot és az egy hengerfordulatra eső megnyúlást is.

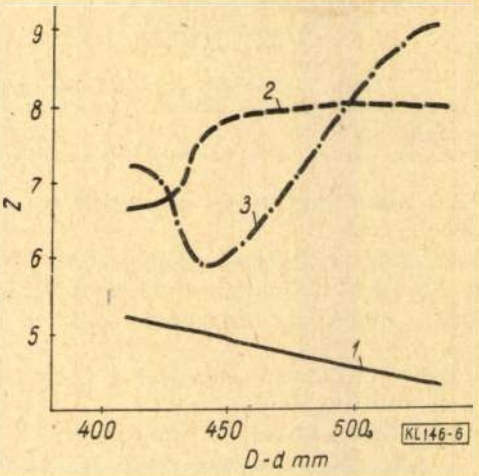
A kísérleti adatokat diagramokba és táblázatokba foglaltuk.

Az *5. ábra* mutatja $D-d$ függvényében az előtolásokat állandó nyújtási tényezőre. E diagram, valamint a különböző nyújtási tényezőkkel felvett további diagramok szerint a számított előtolás $D-d$ változásával egyenes, a nyújtási tényező változásával fordított arányban módosul, s ez megfelel a törvényes összefüggéseknek; az előírt előtolás $D-d$ és a nyújtási tényező változásától függetlenül megközelítőleg állandó marad, ami nem egyezik az összefüggésekkel; a mért előtolás $D-d$ és a nyújtási tényező változásától függetlenül nagymérvű ingadozást mutat.



5. ábra. Az előtolás D—d függvényében, állandó nyújtási tényezővel

1 számított, *2* az előírt, *3* a mért adatok, $\lambda = 7—8$



6. ábra. Az ütésszám D—d függvényében, állandó nyújtási tényezővel

1 számított, *2* előírt, *3* a mért adatok, $\lambda = 7—8$

A *6. ábra* mutatja az ütésszám értékeit $D-d$ függvényében, állandó nyújtási tényezővel. E diagram, valamint a különböző nyújtási tényezőkkel felvett további diagramok szerint a számított ütésszám $D-d$ változásával fordított arányban módosul, a nyújtási tényező változásától függetlenül állandó marad, ami megfelel a törvényszerű összefüggéseknek. Az előírt ütésszám $D-d$ változásától függetlenül megközelítőleg állandó marad, a nyújtási tényező változásával pedig fordított arányban változik, ami viszont ellentétben áll az összefüggésekkel; végül a mért ütésszám $D-d$ és a nyújtási tényező változásától függetlenül nagymérvű ingadozást mutat.

(Folytatjuk)

Nemesített és patentozott szalagacélok hideghengerlése

LENDVAI JÓZSEF
kutató mérnök
Salgótarjáni Acélárugyár

DK 669.14.018.29 : 621.785 : 621.944.124

A Salgótarjáni Acélárugyárban motorkerékpárláncok hevederanyagainak kísérletei közben felvetődött 140—160 kg/mm² szakítószilárdságú, 1,4 és 1,8 mm-es vastagságú szalagacélok gyártásának szükségessége.

A lehetséges variációk között volt 140—160 kg/mm² szakítószilárdságú anyagnak edzése kész méreten szalagedző berendezésben, továbbá kisebb szilárdságra nemesített, illetve patentozott szalagacél felkeményítése hideghengerléssel a szükséges szilárdsági értékre.

A következőkben a nemesített és utánhengerelt, valamint a patentozott és utánhengerelt szalagacélok gyártása közben elért eredményeket ismertetjük. A kísérletet felhasználtuk arra is, hogy a hidegalakítás folyamán a viszonylag kis hőmérsékleten végzett utólagos megeresztésnek a szalagacél mechanikai tulajdonságaira kifejtett hatását is tanulmányozzuk.

Nemesített és utánhengerelt szalagacélok

A kísérlethez Da 60 minőségű, ózdi származású szalagacélokat használtunk fel. A vegyi összetétel előírása a következő volt :

C 0,60—0,69	P < 0,05	Ni < 0,15
Mn 0,30—0,65	S < 0,05	Cu < 0,35
Si 0,15—0,40	Cr < 0,20	

A szalagacélokat folyamatos működésű szalagedző kemencében edzettük. A kemence közvetett elektromos fűtésű, kétcsatornás, automatikus hőfokszabályozóval van ellátva. A kemence hossza 3150 mm, a csatornaszélesség 200 mm. A szalag a kemencéből kilépve olajkádon halad keresztül, melynek hossza 1600 mm. Hűtésre 50—60 C° körüli repceolajat használunk. Ezután a szalag a megeresztés célját szolgáló vasalókemencén halad át. Ennek hossza 1200 mm. A vasalókemence villamos fűtésű öntöttvas alsólapból és fűtés nélküli, súlyterheléses felső lapokból áll. A fűtésszabályozás itt is automatikus. Az állandó áthúzási sebességet egy kettőshengeres áthúzómű biztosítja, amelyen a szalag S-alakban fut keresztül. Az áthúzási sebesség Ward-Leonard-hajtás és fogaskerekes sebességváltó kombinációjával 0,36—8 m/p között fokozatmentesen szabályozható. A felcsévélést csúszótárcsás felcsévélő dobok végzik, hogy a karikaátmérő növekedésével az áthúzási sebesség ne változzék.

A kétféle készméretnek megfelelően a hőkezelést két különböző vastagsági méreten végeztük, mégpedig 1,4 mm-es készmérethez 2,2 mm-en, 1,8 mm-es készmérethez pedig 2,6 mm-en.

Kiinduló alapanyagként a 2,2 mm-es mérethez 2,5 mm, a 2,6 mm-es mérethez pedig 3,0 mm vastag melegen hengerelt abroncsacélt használtunk fel, melyet a szokásos hideghengerlési eljárással hengereltünk a szükséges méretre. 2,2, illetve 2,6 mm-en lágyítás és hasítás következett, majd ezután folyt a hőkezelés.

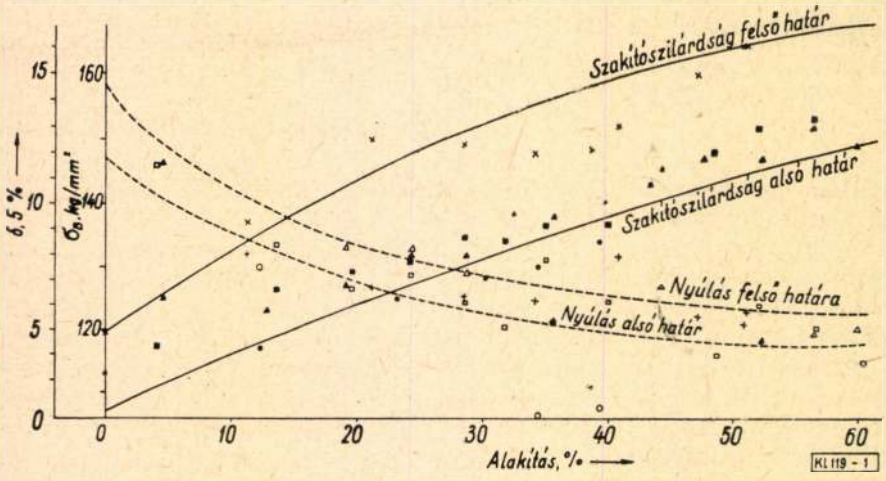
A hőkezelés során 100—110 kg/mm² nemesített állapotú szilárdság beállítására törekedtünk. 820—840 C°-os kemencehőfokkal dolgoztunk, a megeresztő (vasaló) hőmérséklete 630—650 C° volt. Az áthúzási sebesség a 2,2 mm-es anyag hőkezelésekor 0,60 m/perc, a 2,6 mm-es anyag hőkezelésekor pedig 0,50 m/perc volt.

Hőkezelés után a nemesített szalagokat duó hengerállványon hengereltük tovább, melynek hengerátmérője 150 mm, a hengerlési sebessége pedig 35 m/perc. A hengerlést az 1. sz. kísérlet folyamán a kijelölt kész méretig, azaz 1,4 mm-ig folytattuk, a 2 és 3. sz. kísérlet folyamán pedig egészen addig, amíg a szalag szélein képződött

1. táblázat

Nemesített és utánhengerelt szalagacélok kísérletei közben talált mechanikai értékek

Szúrás	Alakítás %		σ_B kg/mm²	δ_5 %
	Szúrásonként	Összes		
1. sz. kísérlet C 0,70%, Mn 0,44%				
2,2	—	—	107	10,6
2,20—2,0	9,1	9,1	117	7,05
2,00—1,75	12,4	20,5	125	2,44
1,75—1,60	8,6	27,2	128	4,25
1,60—1,48	7,5	32,7	131,2	4,70
1,48—1,40	5,4	36,4	134	1,90
2. sz. kísérlet C 0,71%, Mn 0,54%				
2,28	—	—	119,6	11,6
2,28—2,02	11,4	11,4	137,0	8,0
2,02—1,80	10,8	21,0	140,0	6,7
1,80—1,63	9,4	28,5	148,6	6,3
1,63—1,50	8,0	34,1	147,8	6,2
1,50—1,40	6,6	38,5	148,2	6,2
1,40—1,35	3,5	40,7	152,0	7,9
1,35—1,20	11,0	47,3	159,5	5,5
1,20—1,12	6,6	50,8	164,0	5,2
Ebben a kísérletben utólagosan nem hőkezeltünk.				
3. és 4. sz. kísérlet C 0,65%, Mn 0,48%				
2,53	—	—	112,0	14,1
2,53—2,42	4,3	4,3	121,1	11,5
2,42—2,20	9,0	13,0	124,7	8,4
2,20—2,04	7,3	19,3	128,3	7,4
2,04—1,92	6,0	24,0	131,6	7,7
1,92—1,80	6,3	29,0	133,1	6,7
1,80—1,72	4,4	32,0	136,2	5,1
1,72—1,64	4,6	35,0	137,2	6,8
1,64—1,52	7,3	39,8	138,2	6,1
1,52—1,41	7,2	44,2	144,3	6,1
1,41—1,31	7,0	48,2	147,6	5,0
1,31—1,20	8,3	52,5	149,2	5,2
1,20—1,10	8,4	56,5	152,3	4,9
1,10—1,00	9,0	60,4	149,0	4,3
Mesterséges öregbítés után				
átlagos szilárdságnövekedés			15,2 kg/mm²	11,6%
átlagos nyúláscsökkenés			3,3%	nyúlás 42,0%



1. ábra. Da 60 minőségű nemesített és hengerelt szalagacél felkeményedési görbéi
● ○ = 1. sz. kísérlet, × + = 2. sz. kísérlet ▲ △ = 3. sz. kísérlet, ■ □ = 4. sz. kísérlet

repedések a további alakítást lehetetlenné nem tették. A hengerlések során minden egyes szúrásból próbát vettünk. A próbákból üzemi körülmények között szakítószilárdság és nyúlás vizsgálatot végeztünk és így felvettük a felkeményedési görbéket.

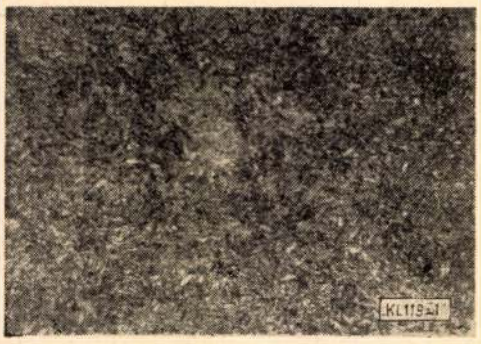
Az elkészült szalagacélokat egy légkavarásos színező kemencében utólagos hőkezelésnek, tulajdonképpen mesterséges öregítésnek megfelelő hőkezelésnek vetettük alá. Ezt a hőkezelést 200 C°-on végeztük és egy-egy adagé (400—500 kg) 5 óra hosszat vett igénybe.

Az egyes kísérletek közben az *1. táblázatba* foglalt mechanikai értékeket találtuk.

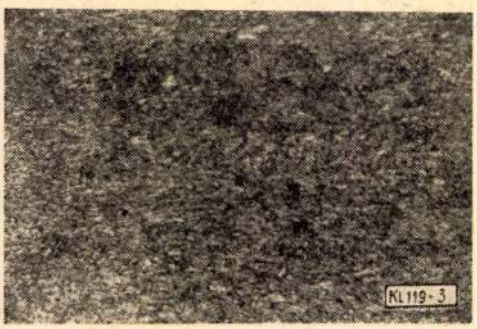
Az 1. kísérlet során a mesterséges öregítés után az átlagos szilárdságnövekedés 13 kg/mm² volt, a hőkezeletlen állapotra vonatkoztatva 9,3% emelkedés, míg a nyúlás 2,05%-kal csökkent, ami a hőkezeletlen állapotra vonatkoztatva 31,4%-os csökkenés. Ezeket az utólagos hőkezeléseket a készméretre hengerelt (1,4 mm-es) anyagon végeztük el.

Az elvégzett négy kísérlet összesített felkeményedési görbéjét az *1. ábra* mutatja.

A szalagacél nemesítés utáni szövetszerkezetét a *2. ábra*, 37%-os alakítás után pedig a *3. ábra* mutatja.



2. ábra. 2,2 mm-en edzett és nemesített állapotú szövetszerkezet
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres



3. ábra. 37%-os hidegalakítással 1,4 mm-re hengerelt állapotú szövetszerkezet
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres

Hideghengerlés közben kőolaj kenőanyagot használtunk. A szalagacél hengerlése közben nehézség nem merült fel, úgyhogy a kis szilárdságra nemesített szalagacélokat 40—50%-os alakításig jól hengerelhetőnek mondhatjuk.

Patentozott és utánhengerelt szalagacélok

A kísérlethez felhasznált anyagminőség itt is ugyanaz a Da 60 minőségű acél volt, mint a nemesített és utánhengerelt kísérleté.

A melegen hengerelt alapanyagot a szokásos módszerrel hengereltük a szükséges 2,2, illetve 2,8 mm-es méretig, majd lágyítás és hasítás következett. Ezután következett a patentozás.

Mivel szalagacél-patentozásra alkalmas berendezésünk nem volt, az acélhuzal-patentozó berendezésen végeztük el a hőkezeléseket. Az áthúzást úgy oldottuk meg, hogy a karika végét egy átmenő drótszálhoz kötöttük, majd a szalagot a huzaláthúzó hengereken vezettük át és végül a felcsévélő motollákra erősítettük, amelyek itt is csúszó tengelykapcsolásúak. Végeredményben az áthúzást az egyenletes sebességgel forgó hengerek végezték, így az áthúzási sebesség a felcsévélő motollán a karikaátmérő növekedésétől függetlenül állandó maradt.

A berendezés generátorgáz fűtésű, a kemence hossza 13,5 m, a huzalcsatornák kőmérséklete 1000 C°. A patentozás NaOH sóolvadékban folyt le 440—460 C°-on, a sófürdő hossza 3,8 m.

Patentozás után szükség volt pácolásra, mivel a tekercsre rátapadt sót el kellett távolítani. A pácolást sósavas pácban végeztük, az acélhuzalok gyártásával egyező eljárás szerint, majd vizes öblítés és bóraxos közömbösítés következett.

A kétféle kész méretnek megfelelően itt is két különböző méreten folyt a patentozás: 1,4 mm készvastagsághoz 2,2 mm-en, 1,8 mm készvastagsághoz pedig 2,8 mm-en.

A hideghengerlést a nemesített szalagok kísérleteire említett duó-állványon végeztük el.

A kész gyártmányra itt is elvégeztük az utólagos hőkezelést, azonban az egyik kísérlet folyamán a hőkezelés hatását is megvizsgáltuk a 150—400

C°-ig terjedő hőmérséklet-tartományban. 50 C°-onként végeztünk kísérleteket az egyes alakítási százalékok függvényében, vizsgáltuk az utólagos hőkezelés hatását a szakítószilárdságra és a nyúlásra.

A patentozásra is több kísérletet folytattunk le. Az egyes kísérletek során a *2. táblázatba* foglalt mechanikai értékeket találtuk.

2. táblázat

Patentozott és utánhengerelt szalagacélok kísérletei közben talált mechanikai értékek

Szúrás	Alakítás, %		σ_B, kg/mm²	δ_5, %	Keménység, HB
	Szúrásonként	Összes			
1. sz. kísérlet C 0,70%, Mn 0,44%					
2,2	—	—	115,6	9,8	
2,20—1,90	13,6	13,6	128,0	5,1	
1,90—1,65	13,1	25,0	137,0	5,5	
1,65—1,50	9,1	31,8	136,0	2,9	
1,50—1,40	6,6	36,3	140,0	3,0	
1,40—1,25	10,7	43,2	145,0	3,7	
1,25—1,13	9,6	48,6	145,0	2,8	
1,13—1,00	11,5	54,6	151,0	2,9	
1,00—0,90	10,0	59,1	152,0	4,1	
0,90—0,75	16,6	66,0	165,0	1,3	
0,65—0,55	15,4	75,0	161,5	3,3	
2. sz. kísérlet C 0,67%, Mn 0,48%					
2,33	—	—	107,0	14,1	272
2,33—2,00	14,3	14,3	118,2	8,8	292
2,00—1,83	8,5	21,6	121,5	6,8	278
1,83—1,61	12,0	31,0	131,0	6,7	292
1,61—1,51	6,0	35,2	132,1	6,0	306
1,51—1,40	7,2	40,0	132,0	8,3	313
1,40—1,31	7,0	43,8	135,6	5,5	313
1,31—1,22	6,8	47,6	139,0	5,9	329
1,22—1,10	9,6	52,8	141,5	6,2	329
1,10—1,01	8,0	56,8	145,0	5,6	329

Az 1. sz. kísérletben az anyag széle még 0,55 mm-re végzett hengerlés után sem volt repedezett, azonban a duó-állványon a beépített hengereket tovább nem tudtuk összezárni.

Az 1,4 mm-es méreten 200 C°-on 5 órás időtartammal mesterséges öregítést hajtottunk végre. A szilárdság átlagos növekedése 10,4 kg/mm² volt.

A 2. sz. kísérletben a hengerlést nem duó-, hanem sexo-állványon végeztük, melynek munkahenger-átmérője 70 mm, támhenger-átmérője 165 mm, hengerlési sebessége 28 m/p.

Az 1. kísérlettel szemben, amikor még 0,55 mm-es méreten sem keletkeztek repedések, itt már 1,3 mm vastagságon 1,2—1,5 mm mélységű repedések keletkeztek, melyek 1,0 mm vastagságon olyan rohamosan növekedtek, hogy a további hengerlést lehetetlenné tették.

Más kísérlet közben is tapasztaltuk azt a tényt, hogy a hathengeres állványban hengerlés közben már kisebb alakítások során is mutatkoznak a szalagszéleken repedések. E kísérlet keretében azonban nem folytattunk vizsgálatokat ennek a jelenségnek részletesebb kivizsgálására.

A 3. sz. kísérlethez kétféle méretből indultunk ki. 70×3,5 mm-es alapanyagból az 1,8 mm-es

3. táblázat

Patentozott, hengerelt és hőkezelt szalagacélok mechanikai értékei

Méret, mm	Alakítás, %	Hengerlési állapot		150 C°-on hőkezelt		200 C°-on hőkezelt		250 C°-on hőkezelt		300 C°-on hőkezelt		350 C°-on hőkezelt		400 C°-on hőkezelt	
		σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %
2,84		97,5	17,9	96,0	16,0	94,0	16,0	95,5	17,3	95,0	15,5	95,0	16,5	96,0	17,9
2,52	11,2	105,0	8,8	106,0	10,0	105,0	6,3	114,0	8,0	112,0	10,0	111,0	9,4	97,5	13,2
2,20	22,5	112,0	10,2	109,5	9,4	123,0	5,7	120,0	7,9	119,0	9,6	117,5	10,8	99,5	14,6
2,05	27,8	113,7	8,7	115,0	8,7	127,0	8,5	123,0	6,9	121,5	9,3	119,0	10,4	105,0	13,7
1,92	32,3	117,4	8,9	117,0	8,6	131,0	6,2	127,0	9,1	124,0	9,1	119,0	9,8	106,0	12,7
1,84	35,1	117,7	7,0	119,0	7,0	132,0	6,5	128,0	9,8	125,0	9,5	124,0	11,2	114,0	11,9
1,63	42,6	122,3	8,3	125,0	7,3	135,0	9,1	134,0	7,3	129,0	10,5	130,0	10,7	116,0	11,0
1,47	48,2	127,4	7,7	129,0	5,9	139,0	6,6	139,0	8,7	134,0	6,9	130,0	11,0	116,0	13,3
1,38	51,4	131,4	7,9	132,0	5,3	140,0	6,6	141,0	7,3	138,0	6,8	134,0	10,5	117,0	11,8
1,29	54,6	135,0	8,1	134,0	—	142,0	6,1	141,0	8,1	139,0	8,1	135,5	11,9	118,5	9,8
1,18	58,4	135,7	8,2	134,0	6,6	—	—	143,0	8,6	143,0	8,9	137,0	10,3	118,9	10,9
1,09	61,6	138,8	5,6	138,0	5,9	147,0	5,4	146,0	8,8	146,0	8,2	139,0	13,2	120,0	10,9
1,02	64,1	140,0	7,6	143,0	6,1	154,0	4,0	152,0	7,6	147,0	6,1	142,0	10,3	121,0	9,1
0,92	67,6	143,8	6,2	147,0	6,3	158,0	—	154,0	8,2	153,0	7,5	148,0	10,3	122,0	10,0
0,82	71,2	149,0	6,7	152,0	6,7	159,0	8,6	156,0	7,7	156,0	8,0	149,0	11,0	122,5	11,7
0,72	74,6	152,5	6,1	154,0	5,7	165,0	5,7	163,0	8,9	162,0	8,2	152,0	10,7	123,0	12,5
0,61	78,5	165,0	5,4	159,0	3,8	174,0	10,0	168,0	3,8	—	—	160,0	11,5	129,0	10,8
0,53	82,7	176,0	4,1	—	—	176,0	3,9	175,0	4,6	169,0	7,1	164,0	12,5	132,0	10,4
0,47	83,4	183,5	7,4	183,0	1,7	190,0	4,1	180,0	5,2	184,0	7,4	—	—	127,0	8,0

kész méretre és 65×3,0 mm-es alapanyagból az 1,4 mm-es kész méretre.

A 70×3,5 mm-es anyag vegyi összetétele az alábbi volt: C 0,63%, Mn 0,48%, Si 0,22%, P 0,032%, S 0,032%.

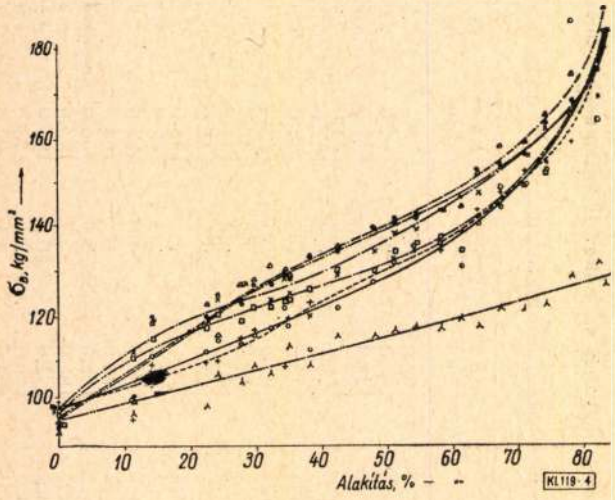
A patentozásig a következő műveleteket végeztük el: hengerlés 3,5—3,3 mm-re, lágyítás, hengerlés 3,3—3,0, majd 3,0—2,8 mm-re, lágyítás, hasítás, patentozás.

A patentozás után végzett szúrásokat a hozzájuk tartozó mechanikai értékekkel a *3. táblázat* tartalmazza.

A patentozást az előzőekben leírt berendezésen, azonos módon, a hengerlést pedig a már leírt duó-állványon végeztük. A hengerlés egészen 83,4% alakításig különösebb nehézség nélkül volt végrehajtható.

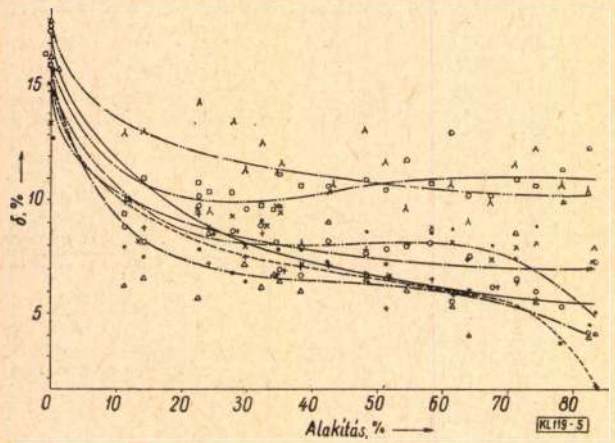
A hengerelt próbákat ezután légkavarásos kemencében 150, 200, 250, 300, 350 és 400 C° hőmérsékleten utólagos hőkezelésnek vetettük alá, majd szakítószilárdság és nyúlás-vizsgálatokat végeztünk rajtuk. A 3. táblázatban foglaltuk össze az alakítási százalékokat és a hengerlés, illetve az egyes hőkezelések után kapott szilárdsági értékeket. Megjegyezzük, hogy a vizsgálatok üzemi viszonyok között folytak le, úgyhogy különösen a nyúlások nem tekinthetők túlságosan megbízhatóknak.

A *4.* és *5. ábra* mutatja a különböző hőmérsékleten mesterséges öregítés után a szalagacél



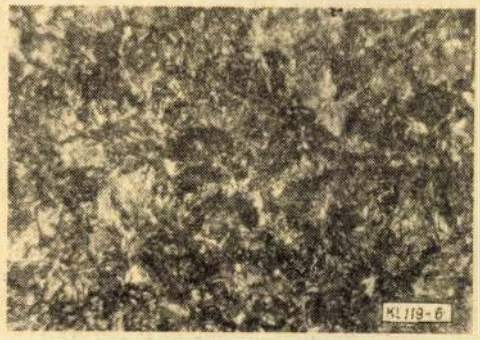
4. ábra. Patentozott és hengerelt szalagacél szakítószilárdságának görbéi különböző hőmérsékletű mesterséges öregítés után

O = hőkezeletlen, + = 150 C°-on, △ = 200 C°-on, ● = 250 C°-on, × = 300 C°-on, □ = 350 C°-on, ⅄ = 400 C°-on öregített próbák

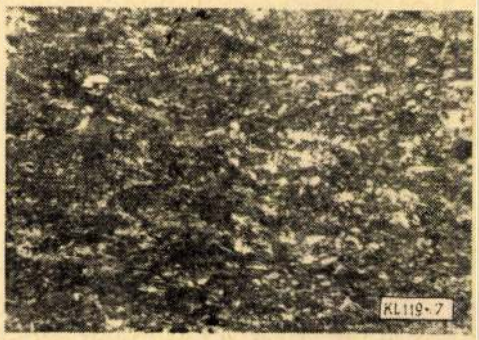


5. ábra. Patentozott és hengerelt szalagacél nyúlás görbéi, különböző hőmérsékletű mesterséges öregítés után

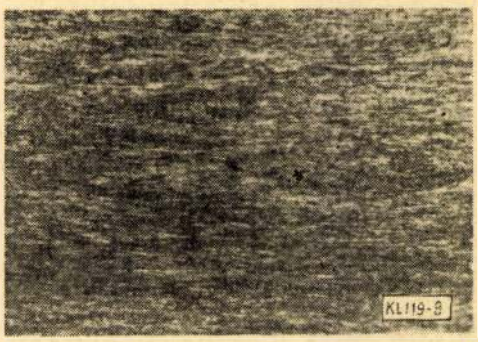
O = hőkezeletlen, + = 150 C°-on, △ = 200 C°-on, ● = 250 C°-on, × = 300 C°-on, □ = 350 C°-on, ⅄ = 400 C°-on öregített próbák



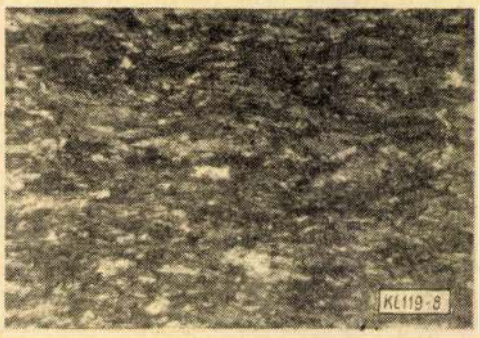
6. ábra. 2,2 mm-en patentozott szalag szövetszerkezete
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres



7. ábra. Patentozott szalag szövetképe 37%-os hidegalakítás után
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres



8. ábra. Patentozott szalag szövetképe 51%-os hidegalakítás után
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres



9. ábra. Patentozott szalag szövetképe 76%-os hidegalakítás után
Nagyítás 200-szoros, eredeti 250-szeres

4. táblázat

Patentozott, hengerelt és hőkezelt szalagacélok mechanikai értékei

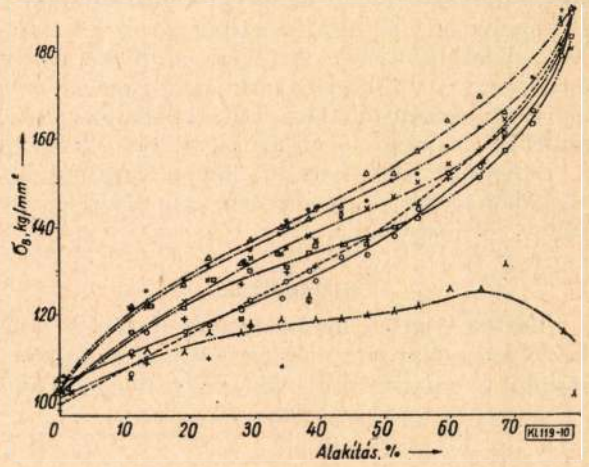
Méret, mm	Alakítás, %	Hengerlési állapot		150 C°-on hőkezelt		200 C°-on hőkezelt		250 C°-on hőkezelt		300 C°-on hőkezelt		350 C°-on hőkezelt		400 C°-on hőkezelt	
		σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %	σ_B kg/mm²	δ_5 %
2,28		105,0	15,2	102,0	11,5	103,0	15,3	102,0	11,5	103,0	14,7	104,0	15,3	103,0	13,9
2,03	11,0	111,6	9,8	111,0	8,2	122,0	5,9	121,0	7,8	106,0	7,5	116,0	10,7	107,0	9,8
1,84	19,2	116,9	10,0	119,0	8,6	127,0	8,3	128,0	8,1	123,0	6,2	122,0	11,4	111,5	10,9
1,64	28,0	121,0	8,5	127,0	7,8	132,0	7,9	132,0	7,7	132,0	7,4	129,0	7,7	116,0	12,6
1,48	35,0	127,7	8,2	130,0	7,9	140,0	5,9	141,0	5,3	135,0	7,9	131,0	10,5	118,0	12,6
1,38	39,5	127,9	8,6	131,0	8,6	144,0	5,6	144,0	7,5	137,0	8,9	136,0	9,2	119,0	13,3
1,29	43,5	133,0	8,0	136,0	7,5	144,0	7,4	148,0	10,6	143,0	8,0	139,0	9,7	119,0	10,3
1,20	47,4	133,7	6,8	137,0	7,1	152,0	6,8	149,0	10,0	144,0	6,8	136,0	11,5	120,0	11,8
1,10	51,7	138,0	6,4	141,0	5,5	152,0	6,1	151,0	7,0	147,0	6,1	140,0	9,1	121,5	12,7
1,02	55,3	144,0	6,6	145,0	6,3	157,0	5,6	152,0	7,5	150,0	6,3	142,0	12,5	122,0	11,5
0,91	60,0	152,0	14,0	151,0	6,7	146,0	6,6	158,0	4,7	154,0	7,3	—	—	126,0	11,0
0,80	65,0	153,5	13,2	157,0	7,2	169,0	7,1	162,0	8,2	154,0	7,9	151,0	10,7	126,0	11,4
0,71	68,9	161,0	9,3	162,0	5,6	169,0	1,9	168,0	8,9	164,0	7,0	157,0	10,0	132,0	13,3
0,61	73,2	166,0	12,0	180,0	5,2	—	—	174,0	5,2	—	—	163,0	9,2	—	—
0,51	77,7	178,5	4,2	189,0	0,3	186,0	—	181,0	9,2	187,0	7,1	—	—	—	—
0,47	79,4	188,0	1,5	190,0	0,5	195,0	8,2	188,0	4,6	188,0	5,9	183,0	13,6	—	—

szilárdsági és nyúlási értékeit az alakítás függvényében. A *6. ábra* a patentozott szalag szövetszerkezetét, a *7., 8., 9. ábrák* pedig 37—51—76%-os alakítás után mutatják a szalag szövetszerkezetét.

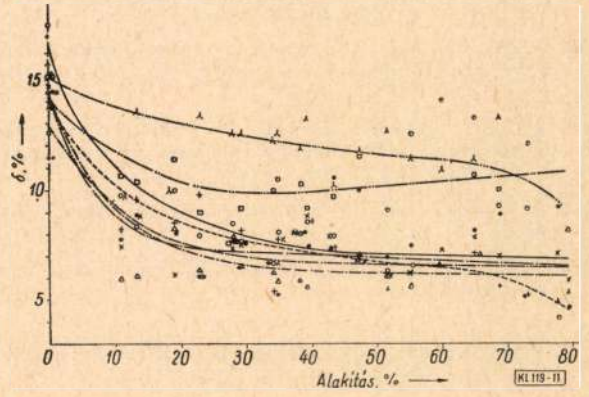
A 65×3,0 mm-es anyag vegyi összetétele a következő volt: C 0,63%, Mn 0,80%, Si 0,29%, P 0,026%, S 0,026%.

A patentozásig a következő műveleteket végeztük el: hengerlés 3,0—2,7 mm-re, lágyítás, hengerlés 2,7—2,4, majd 2,4—2,2 mm-re, lágyítás, hasítás, patentozás.

A patentozás, hengerlés, valamint az utólagos hőkezelés pontosan ugyanúgy folyt le, mint a 70×3,5 mm-es anyag kísérletei közben. A talált mechanikai értékeket a *4. táblázat* mutatja. A hidegalakítással 79,4%-ig tudtunk felmenni.



10. ábra. Patentozott és hengerelt szalagacél szakítószilárdság görbéi különféle hőmérsékletű mesterséges öregítés után
O = hőkezeletlen, + = 150 C°-on, △ = 200 C°-on, ● = 250 C°-on, × = 300 C°-on, □ = 350 C°-on, ⅄ = 400 C°-on öregített próbák



11. ábra. Patentozott és hengerelt szalagacél nyúlás görbé · különböző hőmérsékletű mesterséges öregítés után
O = hőkezeletlen, + = 150 C°-on, △ = 200 C°-on, ● = 250 C°-on, × = 300 C°-on, □ = 350 C°-on, ⅄ = 400 C°-on öregített próbák

A *10.* és *11. ábra* mutatja az alakítás függvényében különböző hőmérsékletű mesterséges öregítés után a szalagacél szilárdsági és nyúlási értékeit.

A patentozott szalagok hengerlési kísérletei alapján a következők állapíthatók meg:

Patentozott szövetű acélok nemcsak hideghúzással, hanem hideghengerléssel is jól alakíthatók. A kísérletek folyamán egészen 80—85%-ig

terjedő hidegalakítással lehetett a patentozott szalagacélokat hengerelni.

A szilárdság növekedése hengerelt állapotban mintegy 50%-os alakításig lineáris; efelett a szilárdság növelése az alakítás mértékének emelkedésénél nagyobb.

A nyúlásgörbék ezzel szemben kb. 50%-os alakításig erősen csökkenő irányzatúak; 50%-os alakítás felett a nyúlás további csökkenése már kismértékű.

A szilárdság növekedése legnagyobb 200 C°-os utólagos hőkezelés után, majd kb. 300 C°-ig ez a növekedés valamelyest csökken. 350 C°-os hőkezelés után az eredeti hengerelt állapot szilárdsága körül járunk. Ez a szilárdságnövelő hatás szintén az 50%-os alakítások körül a legnagyobb, majd az alakítás növekedésekor az értékek közelebb kerülnek egymáshoz és 80% alakítás körül az összes hőmérséklethez tartozó értékek majdnem egybeesnek. 400 C°-os hőkezelés után már a megeresztés szilárdságcsökkentő hatása mutatkozik, az értékek mindenütt a kiinduló szilárdságok alatt vannak.

A nyúlásgörbék helyzete éppen fordított, legalul halad a 200 C°-os hőkezelés vonala és legfelül a 400 C°-os hőkezelésé.

Összefoglalás

Motorkerékpár lánchevederek gyártási kísérleteivel kapcsolatosan megvizsgáltuk a nemesített, valamint a patentozott szalagacélok hengerelhetőségét. A nemesített szalagacélokat egy olajhűtésű szalagedző berendezésben hőkezeltük, majd duó hengerállványon hengereltük. A patentozott szalagacélok hőkezelését acélhuzal-patentozó berendezésen végeztük, a további hengerlést duó, illetve sexo-állványon.

Megvizsgáltuk mind a nemesített és utánhengerelt, mind a patentozott és utánhengerelt kivitel utólagos kis hőmérsékletű megeresztésének (mesterséges öregítés) hatását a szalagacél mechanikai tulajdonságaira.

Megállapítottuk, hogy a nemesített szalagacélok elég jól, a patentozott szalagacélok pedig igen jól alakíthatók. 200—300 C° közötti mesterséges öregítéssel a szilárdság növelhető, a nyúlás egyidejű csökkenése mellett. Ezáltal viszonylag kisebb alakítással nagyobb szakítószilárdság és kisebb nyúlás érhető el, ami egyes gyártmányokra kedvező.

IRODALOM

[1] *Roth, Wilfried—Lassek, Hermann—Fischer, Fritz:* Über das Kaltwalzen von Stählen mit höheren Kohlenstoffgehalten bei sorbitischer und perlitischer Gefügeausbildung. Stahl und Eisen 78(1958) 14, sz. 948—955. o.

[2] *von Struve, Gustav:* Entwicklung und Herstellungsverfahren des Spannstahles St. 150 in der Deutschen Demokratischen Republik. Neue Hütte, 5 (1960) 2. sz. 78—89. o.

[3] *Dedek, V.:* Tváritelnost za studena a podminky ziháni ocelovych pásu s vyssim obsahem uhliku Hutnické Listy 1963. 2. sz. 109—123. o.

Szabványügyi hírek

A Szabványügyi Közlemények 1964. évi *január* havi számában a következő — kohászati tárgyú — szabványokat hirdették ki:

MSZ 5738—63. Acélból kovácsolt munkadarabok műszaki követelményei. — Az MSZ 5738—54 helyett —

MSZ 105/15. lap—63. Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Acél öregedési hajlamának vizsgálata. — Az MSZ 105/15. lap—50 helyett —

MSZ 5997—63. Acél- és fémcsövek technológiai vizsgálata

MSZ 7184—63. Hengerelt és sajtolt réz-vezetékhuzal (Előtermék)

A Magyar Szabványügyi Hivatal az alábbi szabványtervezeteket adta ki felszólalásra:

MSZ 5114 T (63. XII.) Acél, nyersvas és öntöttvas vegyvizsgálata. Arzéntartalom meghatározása. — Az MSZ 5114—51 helyett.

MSZ 10979 T (63. XII.) Réztermékek öntészeti és alakítási célra. Műszaki követelmények

MSZ 2671 T (53. XII.) Fémhulladékok és ócskafémek. — Az MSZ 2671—54 helyett

1964. évi *februári* számában az alábbi szabványok kerültek meghirdetésre:

710—63 MSZ Ónbronz alakítás céljára — az MSZ 710—53 helyett

MSZ 711—63. Alumíniumbronz alakítás céljára — az MSZ 711—52 helyett

MSZ 2672—63. Fémhulladék robbanásmentesítése. — Az MSZ 2672—51 helyett

MSZ 7387—63. Húzott saruacél

MSZ 10150—63. Húzott trapézacél

MSZ 6733—63. Teherszállító sodronykötélpálya tartozékok. Spirális szerkezetű tartókötél. — Az MSZ 6733—52 helyett

1964. évi *márciusi* számában az alábbi szabványokat hirdették ki:

MSZ 4304/1. lap—63. Varratalakok és élkiképzések acélok kézi hegesztéséhez. Általános előírások. — Az MSZ 4301—49. és az MSZ 4301—49. helyett

MSZ 4304/2. lap—63. Varratalakok és élkiképzések acélok kézi hegesztéséhez. Élkiképzés villamos ívhegesztéshez

MSZ 4304/3. lap—63. Varratalakok és élkiképzések acélok kézi hegesztéséhez. Élkiképzés. gázhegesztéshez

MSZ 4304/4. lap—63. Varratalakok és élkiképzések acélok kézi hegesztéséhez. Élkiképzés különböző vastagságú alapanyagok tompaillesztéséhez

Az alábbi szabványtervezetet adta ki felszólalásra:

MSZ 287 T (64. II.) Sima hordrugó- és tekercsrugóacél járművekhez

A közölt szabványtervezetek ellen a felszólalás határideje — a más határidővel megjelöltek kivételével — a Magyar Szabványügyi Hivatal által minden hónapban kiadott Szabványügyi Közlemények megjelenésétől számított három hét. A felszólalásokat — megfelelő indokolással — a Magyar Szabványügyi Hivatalhoz kell benyújtani. *T. L.*

Hegeszthető, nagy folyáshatárú acélok gyártási és felhasználási problémái*

RÉPÁSI GELLÉRT
okl. kohómérnök

DK 669.14.018.2 : 624.078.3

Valamely acélfajtának hegesztett szerkezetekben való viselkedésére nézve többé kevésbé megbízható felvilágosítást akkor kapunk, ha annak próbadarabját különféle vizsgálatnak vetjük alá. Ilyen vizsgálat az átmeneti hőmérséklet megállapítása, amin azt a hőmérséklethatárközt értjük, melyen belül a próbatest szívóstörésből ridegtörésbe megy át. Ez a vizsgálat a szabványokban többnyire mint meghatározott hőmérsékleten előírt legkisebb ütőmunka tükröződik. Más vizsgálatok a tört felület 50%-án fellépő kristályos szerkezet megjelenésének, ismét mások a fajlagos ütőmunka felére csökkenésének hőmérsékletét tekintik a szívósból a ridegtörésbe való átmenet hőmérsékletének és ezzel olyan jelzőszámnak, mely valamely acélfajtának a hegesztett szerkezetekben való használhatóságát, mondhatnánk *hegeszthetőségi biztonságát*, vagy a *ridegtörésre való hajlamosságát* jellemzi. Létezik még több más vizsgálati módszer is. Ezek nagy száma azt bizonyítja, hogy nincsen olyan eljárásunk, mely az acél *üzemi* viselkedésére egyértelmű felvilágosítást adna. Ez valószínűleg onnan ered, hogy egyik vizsgálati módszer sem azonosítható a tényleges üzemi igénybevétellel.

Bár a ridegtörésre való hajlamosság elbírálására nincs egyértelmű eljárás, az acélgyártóüzem mégis kielégítő biztonsággal vállalhat szavatosságot egy-egy acélfajta várható viselkedésére. Ennek oka, hogy a felhasználó és gyártó mű megegyezése alapján választott — tehát szabványokban rögzített — vizsgálati módszer szerint elbírálva a különféle metallurgiai eljárásokkal készített acélok a megegyezéses vizsgálati módszerre különböző magatartást tanusítanak. A felhasználónak tehát — a hegeszteni kívánt szerkezet bonyolultsági fokának és üzemi körülményeinek figyelembe vételével — módja van az adott vizsgálati módszerre különféle magatartású acélfajták közül választani.

A ridegtörés iránt fennálló érzékenységet az acélgyártó üzem főleg az acél kémiai összetételében, a dezoxidáció módszerével, ötvözéssel, továbbá az acélban levő zárványok csökkentésével tudja változtatni. A továbbfeldolgozás folyamán főleg a hengerelt szelvények vastagsága, vagy inkább a vele összefüggő hengerlési véghőmérséklet szabályozza egy adott összetételű acél ridegtöréssel szemben fennálló érzékenységét. Végül lehetőség nyílik a kész hengerelt termék, egyes esetekben pedig a készülő, vagy már elkészített vasszerkezetek szívóssági tulajdonságainak különböző hőkezelő, vagy mechanikus módszerű javítására.

Valamely hegesztett szerkezetben leggazdaságosabban felhasználható acél kiválasztásakor tehát mindezen szempontokat együtt kell figyelembe venni.

Az azonos szilárdsági csoportba tartozó acélok közül a ridegtörésre való hajlamosság főleg a használt dezoxidációs módszertől függ, de kisebb mértékben megváltoztatható az acél kémiai összetételének irányításával is, pl. a megkívánt szilárdságnak kisebb C- és nagyobb Mn-tartalommal való biztosításával. A nálunk számításba nem jövő, nitrogénben dús Thomas-acéloktól eltekintve négy, alapvetően különböző dezoxidációs módszert, azaz acélfajtát különböztetünk meg :

Ezek :

a csillapítatlan acél,
a félig csillapított acél,
a Mn-nal és Si-mal csillapított acél,
a Mn-nal, Si-mal és Al-mal csillapított, egyben finomszemcsésített acél.

Az egyes dezoxidációs módszerek között azonban nincsen éles határvonal, azaz a gyakorlatban átmeneti helyzetek is előfordulnak. Pl. a csillapítatlan acélt — a kokillában való fövési időtől függően — 3—4 fajta módon lehet előállítani, a félig csillapított acélt — mely maga is átmenetet képez a csillapítatlan és csillapított acélok között — két módszerrel gyártják; a Mn- és Si-mal csillapított acélokat Si- és Mn-tartalmuk alapján szintén alcsoportokra lehet osztani, és végül a finomszemcsésített acélokat az ötvözőanyagként felhasznált Al mennyiségétől függően osztályozhatjuk. (Fémes Al-ot előírt és nem előírt mennyiségben tartalmazó csoportok.)

Hegeszthetőség szempontjából — ha ennek mértékéül az átmenet hőmérsékletét választjuk — az előbbi sorrend kb. az acélok értékelését is jelenti, azaz legjobban hegeszthetők a finomszemcsés acélok, kb. egyenlő mértékben hegeszthetők a csak Mn- és Si-mal csillapított, és a félig csillapított acélok, végül a legkedvezőtlenebbek a tisztán csillapítatlanul öntött acélfajták. Az átmeneti minőségek miatt azonban a gyakorlatban a ridegtörésre való érzékenység szempontjából az egyes altípusok is nagy különbségeket mutathatnak.

Ezt a csoportosítást a különböző szilárdsági tartományokban megismételve az acélgyártó üzem a hegeszthető acélok előállítására a DV-ben bevezetett jelenlegi gyakorlat szerint az alábbiak a lehetőségek :

I.	A 35 kg szilárdság körüli acélok	4 módszer
II.	A 37—42 kg közötti acélfajták	4 módszer
III.	A 42—50 kg szilárdságú acélok	3 módszer
IV.	Az 50—65 kg szilárdságú acélok	3 módszer
V.	A 65 kg-nál nagyobb szilárdságú acélok	2 módszer

Itt már figyelembe vettük, hogy a 42—65 kg/mm² szilárdságú acélok már csak félig csilla-

* Elhangzott előadásként 1963. szeptember 7-én a Balatonszéplakon tartott III. Kohászati Szabadegyetem alkalmával

pítva, vagy csillapítva gyárthatók. Így is valamely hegesztett szerkezetben való felhasználásra csupán a 35—65 kg/mm² szilárdsági határközben 14 fajta acél áll rendelkezésre. Ebben az esetben az átmeneti acélfajtákat nem is vettük számításba.

További négy lehetőséget ad nemes ötvözőelemek használata, amivel itt nem foglalkozunk.

A változatok számát növeli — de már nem az acélgyártó üzemben —, hogy ezeket az acélokat normalizált, vagy normalizálatlan, valamint nemesített állapotban is felhasználhatjuk.

A lehetséges változatok mind az acélgyártás önköltsége, mind az acélgyártó és továbbfeldolgozó berendezésekkel szemben támasztott követelmények, végül pedig a hengereltáru önköltsége tekintetében nagymértékben különböznek egymástól, ami a végtermékek önköltsége között mutatkozó 50%-os különbségben is jelentkezhet.

Az alapvető acéltípusok viselkedése hegesztett szerkezetekben való használat szempontjából

A csillapítatlanul öntött acélok a ridegtöréssel szemben közismerten a legkevésbé nyújtanak biztonságot. Használatukat ezért csak a vékony szelvényekre és egyszerű statikus igénybevételnek kitett hegesztett szerkezetekre korlátozzák.

Ennek az acélnak felhasználása szempontjából főbb tulajdonságai a következők :

DVM próbával meghatározott átmeneti hőmérséklete normalizált állapotban 0—20 C° körüli, főleg a szelvényvastagságtól és szilárdságtól függően.

Szilárdsági és mechanikai tulajdonságai aszerint mutatnak szórásokat, hogy a kérdéses szerkezeti elem a tuskó melyik részéből származik. Ez utóbbit a csillapítatlan acél közismert dúsulása magyarázza.

A csillapítatlanul öntött acél tulajdonságainak egyenletesebbé tételére az acélgyártóknak vannak olyan eszközeik, amelyekkel a mechanikai értékek szóródását okozó dúsulásokat csökkenteni tudják. Ezeket a különböző öntési módszerekben ki is használják, ami adott esetben használatuk terét kiszélesíti.

Olyan esetekben azonban, amikor vastagabb szelvényeket kell hegeszteni, vagy nemcsak egyszerű, statikusan igénybevett szerkezeteket, akkor a 0 C° körüli átmeneti hőmérsékletű acélok nem bizonyulnak megfelelőnek.

Az acélgyártó üzemek az acél tulajdonságainak megjavításában azt a lehetőséget használják ki, hogy az acél ötvöző, dezoxidáló és szennyező elemei az átmeneti hőmérsékletre különféleképpen hatnak. Dr. *Verő József* az egyes elemek hatását az alábbi értékekben adja meg :

0,1% C 25 C°-kal, 0,1% P 55 C°-kal, 0,1% N 200—300 C°-kal emeli, viszont 0,1% Mn 6 C°-kal, 0,1% Si 3 C°-kal, a szemnagyság 1 fokozattal való finomítása pedig 15 C°-kal csökkenti a ridegtörésbe való átmenet hőmérsékletét.

Az acélgyártók feladatát nehezíti, hogy az átmeneti hőmérséklet javításával egyidejűleg az acélok folyáshatárát is emelni kell, ami viszont kedvezőtlenül hat az átmeneti hőmérsékletre. Ahhoz, hogy az acél a magas- és hídépítésben versenyképességét a betonszerkezetekkel, különösen pedig az előrefeszített vasbeton szerkezetekkel szemben meg tudja őrizni, a hegeszthetőségi tulajdonságok javításával egyidejűleg az acél folyáshatárát is emelni kell, a vasszerkezetek súlyának csökkentése érdekében. Mindez azonban nem oldható meg a C-tartalom emelésével, mert kb. 0,14%-nál nagyobb C-tartalom az acél ridegtörésre való hajlamosságát mind nagyobb mértékben növeli. Ismeretes ugyanis, hogy a C-tartalom növekedésével az inhomogenitás a hengerelt szelvényben nő, különösen nagy Mn-tartalmakkal és nagy szelvényvastagsággal. Ezt az inhomogenitást eleve növeli az a törekvés, hogy a kiindulást képező tuskók súlyát az előnyújtósorok teljesítőképességének növelése céljából állandóan növeljék. A C-tartalom különböző volta a hengerelt lemez keresztmetszetében szilárdságkülönbségekhez vezet.

A kérdést tehát úgy kell megoldani, hogy az acél C-tartalmát 0,14—0,15% fölé lehetőleg ne emeljük, főleg ha nagy súlyú tuskóból indulunk és vastag hengerelt szelvényt állítunk elő, ugyanakkor a folyáshatár 28—30, illetve 34—36 kg/mm² fölött legyen. Ezt a problémát kezdetben csak a Mn- és Si-tartalom emelésével vélték megoldani, később azonban — amikor a N_2 szerepének a ridegtörés jelenségeiben való felismerése az Al-ötvözés szükségességére mutatott rá — megszülettek a finomszemcsés, Al-mal ötvözött acélfajták. További javulást már csak a nemes ötvözők, mint a Ni, V, Mo stb. segítségével lehetett elérni.

37—42 kg/mm² szilárdságú acélok

A magasépítés és hídépítés acélanyagát ma főleg a 37—42 kg/mm² szilárdságú acélok képezik. Ezeket használják világszerte a leggyakrabban. Az ilyen acélok kb. 24 kg/mm² folyáshatára nem teszi lehetővé a könnyített szerkezetekben való használatot. Ha továbbá ezt az acélt nagyobb szelvényvastagságú, dinamikus, soktengelyű igénybevételnek kitett hegesztett szerkezetekbe építik be és nem finomszemcsés kivitelben gyártják, ennek a hegeszthetősége is kétségessé válhat.

A 42—50 kg/mm² szilárdságú acélok

A hegesztéssel kapcsolatos problémák azonban tulajdonképpen csak a 42 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú acélok csoportjában kezdenek nehézzé válni. Ugyanis ezeknek az acéloknak a C-tartalma rendszerint 0,14%-nál nagyobb, így átmeneti hőmérsékletük is kedvezőtlen, továbbá az ebbe a szilárdsági csoportba tartozókat inkább a vastagabb szelvények építéséhez használják. A magyar szabványokban szereplő 42 kg/mm² szilárdságú acélok azonban nem nyújtanak elegendő biztonságot a hegeszthetőség tekintetében. Jól hegeszthető, szabványosított 42—50 kg/mm² szilárdságú magyar acélfajta tulajdonképpen nincs. Azáltal, hogy a szabványjelhez egy S-betűt írunk, amellyel csupán az acél megengedett kéntartalmát korlátozzuk, a kérdés még nincs megoldva.

A 42 és 50 kg/mm² közötti szilárdságú acélok hegeszthetőség szempontjából — az acél előállításának módszerétől függően — alapvetően szintén négyféleképpen viselkedhetnek.

Ebben a szilárdsági csoportban is tehát tulajdonképpen négyféle szabványelőírásnak kellene lennie. Az előírásoknak ki kellene terjednie az acél tulajdonságát jellemző olyan adatokra is, melyekből a hegesztett szerkezetben való viselkedésre következtetni lehet.

A DV-ben az e csoportba tartozó acélok tulajdonságainak kikutatására nagy gondot fordítottak. Ezek alapján az alábbi megállapításokra jutottunk.

A megkívánt szilárdságot az acél C- és Mn-tartalmának megfelelő beállításával lehet biztosítani, de a csillapítatlan acéltól eltekintve, alapvetően két különböző úton.

Az első 0,10—0,15% C, 0,60—0,90% Mn és kb. 0,05% Si-tartalmú, a második a 0,14—0,20% C, 0,35—0,6% Mn és kb. 0,2% Si-tartalmú acélok előállítása. Az előbbi acélfajtát félig csillapítva kell gyártani, amiből következik, hogy a csillapítva öntött második acélfajtához képest 8—10%-kal jobb hengereltáru kihozatalt lehet elérni. Az előbbi acél gyorsöntési módszerekkel önthető, ami mind az acél tisztasága, mind pedig a termelőberendezések teljesítőképessége szempontjából nagy előnyökkel jár.

A kétfajta acél közül nyilvánvalóan az első számú acél hegeszthetősége a kedvezőbb, annak kisebb C- és nagyobb Mn-tartalma következtében.

A félig csillapítva öntött max. 0,15% C- és min. 0,60% Mn-tartalmú acélfajta szabványosításával a magyar ipar olyan szabványos acél birtokába jutna, melynek 24—30 kg/mm² a legkisebb folyáshatára, és amely kb. 25 mm szelvényvastagságig jól hegeszthető, mivel az átmeneti hőmérséklete normalizált állapotban —30 —60 C° között van. Gyártása nagyon gazdaságos, az elérhető nagy hengerlési kihozatal és a 10 t/perc sebességel végezhető öntés előnyei miatt. E tényt nemcsak a DV vizsgálatai és az elméleti megfontolások, hanem irodalmi adatok is bizonyítják.

További előnye ennek az acélfajtának, hogy átmenetet képez a jól hegeszthető 24 kg/mm² folyáshatárú és a 36 kg/mm² folyáshatárú acélok között.

A felhasználó ipar természetesen olyan igényt is támaszt, hogy vastag szerkezetekhez állítsunk elő 42—50 kg/mm² közötti szilárdságú acélt. Ez az acélfajta szintén nincs meg a magyar szabványokban. Ilyen szerkezetekhez a félig csillapított acél már nem alkalmas. Itt különböző mértékben finomszemcsésített acélra van szükség. Ez esetben is célszerűbb azonban a fentiekben már elmondott okok miatt az acél felső C-tartalmát 0,15%-ban megszabni, a Mn- és Si-tartalomnak a szilárdság biztosításához szükséges előírásán kívül. Ez az acél —40 —70 C° közötti átmeneti hőmérséklettel a legkényesebb igénybevételű és legkedvezőtlenebb feltételek között hegesztett szerkezetekhez lenne használható.

Irányértékek 42—50 kg/mm² szilárdságú jól hegeszthető acélfajtákhoz

Az *1. táblázatban* megkíséreltük a 42—50 kg/mm² szilárdságú, jól hegeszthető acélfajták elképzelt sorozatának lerögzítését.

Az egyes dezoxidációs módszerekre irányadónak a szelvényvastagságot azért vettük, mivel vékony szelvények hengerlésekor, még különleges ötvözőanyagok nélkül is olyan kis hengerlési véghőmérsékletet kapunk, ami által az acél szerkezete finomszemcsés lesz. Ha azonban a szelvényvastagság egy — a kérdéses hengerlési módszerre jellemző — kritikus hőmérsékletet túllép, az acél megkívánt átmeneti hőmérséklete már nincs biztosítva, mivel a hengerlési hőmérsékletet nem tudjuk a finomszemcsézetet biztosító kis szinten tartani. Ilyenkor már az acélgyártás módszereivel kell a finomszemcsés szerkezetet biztosítani, vagy pedig a készárut normalizáló hőkezelésnek kell alávetni.

Fentiekből következik, hogy pl. a szemcsenagyság ellenőrzése egyike lehet azon módszereknek, melynek segítségével minden hengermű meg tudja állapítani, melyik az a szelvényvastagság, amelyen a kérdéses műben feltétlenül át kell térni a hőkezelésre, illetve finomszemcsés acélok használatára, ha valamely meghatározott átmeneti hőmérsékletet el akarunk érni.

Egy másik acélfajtára való áttérés szükségességét azonban a hegesztett szerkezet igénybevétele szempontjából is meg kell vizsgálni. Ha valamely

1. táblázat

42—50 kg/mm² szilárdságú jól hegeszthető acélok

Sorszám	Szelvényvastagság, mm	Dezoxidációs módszer	C	Mn	Si	P	S	Al
			%					
1	10 alatt	Csillapítatlan	max. 0,18	max. 0,60	—	max. 0,05	max. 0,05	—
2	10—25	Félig csillapított	max. 0,15	0,60— 0,90	0,05	max. 0,05	max. 0,05	—
3	10—25	Csak Si-mal csillapított	max. 0,15	0,50— 0,80	0,50	max. 0,05	max. 0,05	—
4	25—50	Finomszemcsés	max. 0,14	0,40— 0,70	0,25	max. 0,05	max. 0,05	0,02

hegesztett szerkezet bonyolult igénybevétele az acélgyártó, hengerlő, vagy hőkezelő módszerekkel elérhető legkedvezőbb átmeneti hőmérsékletet kívánja, előfordulhat az is, hogy vékony szelvényekhez is finomszemcsés, vagy legalább is csillapított acélból készült gyártmányokat kell felhasználni, vagy pedig a nem ilyen módon gyártott acélokat hőkezelni kell. Ezeket a tényezőket az acélgyártó üzem azonban nem tudja számításba venni. A gyártó és felhasználó közös érdekét szolgálná tehát olyan irányértékek meghatározása, melyekkel a vastagságon kívül az igénybevétel milyensége is jellemezhető lenne. A felhasználásra kerülő acélfajta kiválasztása így a hegesztett szelvény vastagságával együtt az igénybevétel milyenségét kifejező szorzószám segítségével biztonságosabbá válna.

Mindezekből az következik, hogy a hegeszthető acélok előállítására hasonló eredményességgel használható többfajta eljárás. Szükséges azonban, hogy az acéltól megkívánt követelmények pontosan meg legyenek határozva. Ilyen követelmények ismeretében az adott előírásoknak megfelelő acélfajtát, azaz a legmegfelelőbb gyártási módszert az acélgyártó üzem már önmaga választaná ki, tehát nem lenne szükség az acélgyártás közbenső fázisaiban sokszor a célt inkább akadályozó, mint segítő előírásokra.

A 42—50 kg/mm² szilárdságú acéloknak, a hegeszthető acélfajtáknak a szabványosítása nagy segítséget jelentene nemcsak az acélgyártás számára, hanem a felhasználók munkájának könnyítésére is, mivel szakszerű eligazítást kapnának nemcsak az acél várható viselkedésére, hanem megkímélné őket fölöslegesen drága acélok használásától, vagy fordítva.

Az előbbiekben ismertetett acélfajták szabványosításával mindazoknak a kellemetlen problémáknak, melyekkel az utóbbi időben a hegesztett szerkezetekben találkozhattunk, elejét lehetne venni. Ne vegyék szerénytelenségnek e helyen azt a megjegyzést, hogy a szóbanforgó acélokat, valamint a későbbiekben tárgyalandó 52 kg/mm² feletti szilárdságúakat a DV „csak" export célokra már üzemszerűen gyártja, mégpedig az elmúlt évek bizonysága szerint a felhasználók megelégedettségének biztosításával.

Az 52 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú acélok

Tulajdonképpen itt is három csoportot lehet megkülönböztetni: a félig csillapított, a csak Si-mal csillapított és az Al-mal finomszemcsésített acélokat.

A DV az 52 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú hegeszthető acélokat csaknem kizárólag export céljaira állítja elő évi 40—50 000 t mennyiségben, de jelenleg csak az Al-mal finomszemcsésített változatot. Nem elhanyagolható azonban a másik két módszer sem, pl.: az St 52,3 jelű acélnak a változata, melyet az amerikai szabványok X 52 néven ismernek, félig csillapítva is eredményesen használható 8—10 mm vastagságú spirálhegesztésű, közepes nyomásnak kitett olaj- és gázcsövek előállítására. A DV ilyen csövek gyártásához évi kb. 10—12 000 t hengerelt tekercset szállít külföldre, azonban finomszemcsés kivitelben.

A félig csillapított kivitel kipróbálására még nem volt alkalom, mivel a nemzetközi kooperáció nem alkalmas módja a kísérletezésnek. A jövő szempontjából azonban még ezekben a szilárdsági csoportokban is igen gazdaságos lehet háromfajta előírás attól függően, milyen hegesztési feladatokat kell kielégíteniük a kérdéses acélfajtáknak.

A DV-ben előállított kb. 80 000 t 52 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú, hegeszthető acél gyártási tapasztalatainak rövid összefoglalása ezért feltehetően nem lesz haszontalan.

Az acélgyártó üzemnek a kérdéses acélfajták gyártása közben a következő feladatokkal kell megbirkóznia:

Az ötvöző és dezoxidáló anyagok nagy mennyiségére és árára tekintettel ez acélfajtákat nagy találati biztonsággal kell előállítani.

Olyan dezoxidációs módszert kell választani, amely az acélok nagyfokú tisztaságát biztosítja.

Olyan acélöntő módszereket kell alkalmazni, amelyek megfelelő hengereltáru kihozatalt biztosítanak.

Meg kell szervezni a gyártás közbülső és végső fázisainak olyan ellenőrzési rendszerét, amely a késztermékre darabonkénti garanciát nyújthat.

Találati biztonság

A kielégítő találati biztonság elérése érdekében a DV-ben az acélgyártás során az alábbi módszereket alkalmazzák:

Az adagot ezeknek az acéloknak gyártására szerkesztett karbon-hőfokdiagram által megszabott hőmérsékleti határközben kell vezetni. Ezt az acélgyártók könnyen használható diagramban kapják kézhez. A karbon-hőfokdiagram betartása biztosítja az adag megkívánt ± 10 C° határközben meghatározott végső hőmérsékletét, a fövési folyamat erőteljes levezetésére kényszerít, ami biztosítja a N_2 és H_2 kellő mértékű eltávolítását, sőt bizonyos fokú kéntelenítést is a salakban levő S oxidációja révén. Végül közelítően azonos öntési és csapolási hőmérséklet rendszeres elérését teszi lehetővé.

Az acélfürdő tiszta fövése az acélgyártók által jól ismert okok miatt a legkedvezőbben 0,10—0,25% C-határok között folyik le. Ebben a szakaszban előírásszerűen 2,5 körüli bázicitás tartása kötelező. Ez az előírás azokon a munkákon alapszik melyeket számos kutató a FeO aktivitásának és a salak bázicitásának összefüggéseire vonatkozóan végzett. Ezek szerint a kb. 2,5 bázicitású salakokban a FeO aktivitása optimumot ér el, tehát a legkisebb összes Fe-tartalom mellett a legélénkebb O_2 átadást biztosítja. A 2,5-es bázicitás betartása ezért a gyártás folyamán alapszabálynak tekintendő.

A DV-ben kialakult módszer szerint a dezoxidációt meghatározott C-tartalom elérésekor kell kezdeni, és időben és mennyiségben meghatározott sorrendben kell lefolytatni. A Mn-nak a kemencében való ötvözése következetesen 0,10—0,12% C-tartalmon kezdődik, tehát még akkor,

amikor az acél oxigéntartalma a közismert C-O függvénynek megfelelően nem növekedett túlságosan nagyra. Ezután 7—8 perces időközben 3 részben lefolyik a Mn-adagolás, majd a dezoxidáció kezdetétől számított 25—30 perc között az acélt az üstbe csapolják.

Ez a módszer gyakorlati tapasztalatok alapján megállapított állandó és mért ötvözőanyag mennyiséggel lehetővé teszi a 95—98%-os találati biztonság elérését, sőt pl. a kívánatosnak tartott 0,14—0,18% C-tartalom és 1,10—1,30% Mn-tartalom legalább 80%-os biztonságú elérését.

Az acél tisztasága

A dezoxidációnak elvégzése időben és mennyiségben meghatározott sorrendben nemcsak a találati biztonság alapját képezi, hanem a dezoxidálószerek kiválasztásával együtt a megkívánt tisztaság egyik biztosítéka is.

Az acélok zárványtartalmának csökkentését biztosító elméleti metallurgiai problémák ma lényegében megoldottak. A sikeres dezoxidáció elméleti alapjaira építve lehetőség van arra, hogy nemcsak az acél végső oxigéntartalmát, hanem az acélban maradó zárványok mennyiségét, sőt ezen belül a zárványok kémiai összetételét is előre megbecsülhessük. Mivel pedig a kémiai összetétel egyben a zárványoknak a hengerlési hőmérsékleten való viselkedésére is felvilágosítást ad, lehetőség van arra, hogy tudatosan állítsunk elő olyan zárványfajtákat, amelyek a hengerlés hőmérsékletén alakíthatók, tehát az acél mechanikai tulajdonságait alig befolyásolják.

Bár a teljesen csillapított és Al-mal finomszemcsésített acélok dezoxidációja több módon lehet eredményes, mégis alapszabály, hogy olyan módszerrel kell dolgozni, amely az öntés folyamán könnyen kiváló zárványok képződésére, azaz folyékony állapotban levő dezoxidációs termékek keletkezésére vezet.

Schenck, *Körber*, *Oelson*, dr. *Verő* és mások laboratóriumi és elméleti vizsgálatai alapján legjobbnak a következő módszert találtuk : a FeMn-nak időben és mennyiségben meghatározott módon végzett adagolása biztosítja, hogy a kemencében kb. 10—15 legyen a Mn/Si koncentrációjának aránya, ami a folyékony állapotú zárványok keletkezésének és felszállásának biztosítéka.

A 0,6—0,8% Mn-tartalmú fürdő kb. 0,02—0,04% Si jelenlétében mintegy 20—25 percig tartózkodik a kemencében. Ezt elegendőnek véljük arra, hogy az idevonatkozó egyensúlyi diagramoknak megfelelő kb. 0,01% O_2-tartalmat a csapolás időpontjában elérhessük.

A szükséges Al adagolása következtében keletkező Al_2O_3-zárványok cseppfolyóssá tétele azonban csupán Mn- és Al-oxidok jelenlétében nem vezethet folyékony dezoxidációs termékek keletkezésére. Az egyensúlyi diagramok alapján kb. 0,1% Si és 1% Mn jelenlétében 0,3 kg/t Al elegendő folyékony halmazállapotú dezoxidációs termékek keletkezésére. Ha az egyensúlyi helyzet az üstben megközelíthető, akkor a dezoxidáció befejezésekor 0,001% O_2 jelenlétével kell számolnunk.

Szilárd halmazállapotú dezoxidációs termékek keletkezésével csak akkor kell számolni, amikor immár nem dezoxidáció céljából, hanem a N_2-tartalom lekötése miatt további Al-mennyiségeket viszünk az üstbe és így szükség van az Al-mennyiségnek 1,0—1,5 kg/t -ra való emelésére. Ha azonban az ilyen esetekben a Mn-nal, Si-mal és Al-mal végrehajtott dezoxidáció sikeres volt, akkor a már 0,001% alá csökkentett O_2-tartalomból keletkező alumíniumoxid mennyisége már nem zavarhat.

A finomszemcsés acélok dezoxidációja tehát a Mn-Si és Al együttes, egyidejű hatásán alapszik.

Nem mai az a gondolat, hogy ezeket a dezoxidálószereket komplex ötvözetek formájában kellene adagolni.

Szükség volna tehát olyan komplex dezoxidálóanyagokra, melyek Al-ot és Si-ot, esetleg Ca-ot és Si-ot különböző arányban tartalmaznának, amelyeket a 0,6—0,8% Mn-tartalmú fürdőhöz adagolva a várható zárványok mennyiségét és kémiai összetételét kielégítően tudnánk beállítani. Ilyen dezoxidálószerek hiányában bizonyos fokig véletlenszerű az eredmény, mivel az egymással a későbbiekben folyékony fázisokat adó termékek nem egyidőben és egy helyen keletkeznek.

A sikeres dezoxidáció azonban nem feltétlenül biztosítja az acél megkívánt tisztaságát, ha nem vesszük figyelembe azokat az utólagos hatásokat, amelyeket a salak és az acélfürdő egymásrahatása adnak csapolás közben, illetve az öntés alatt. Legcélszerűbb megoldás volna természetesen a csapolás előtt a salakok teljes eltávolítása, ennek azonban a SM-kemencében nincs meg a lehetősége. Ezért mindazok az eljárások, amelyekben erre lehetőség van, pl. az elektrokemencében, a Kaldo- és részben az LD-eljárásban, fölényben vannak a SM-eljárással szemben, mivel az előbbiekben a salak és az acélfürdők között utólagos reakciókkal nem kell számolni. A SM acélgyártók kezében mégis van egy lehetőség, amellyel a salak és az acélfürdő között újból végbemenő oxigéncsere lehetőségét minimálisra csökkenthetik. Ez a lehetőség a már említett, ama ismereten alapszik, hogy a 2,5 bázicitású SM-salakokban levő FeO aktivitása maximumot ér el. Ha tehát a nagytisztaságú acélok gyártását max. 2,5—2,6 bázicitású salakkal fejezzük be, akkor a salak utólagos káros hatásainak tekintélyes részét kiküszöböltük, ugyanis ilyen salakok összetétele csapolás és öntés közben csakis a kisebb bázicitás, tehát a kisebb FeO aktivitás irányában térhet el.

A salak bázicitásának beállítása azonban más tényezőktől is függ, így elsősorban az eltávolítandó S és P mennyiségétől. A nagytisztaságú acélok előállításakor azonban a tisztaság az elsőrendű szempont, ennek megfelelően olyan gyártási viszonyokat kell teremteni, melyek között a 2,5 bázicitású salak a megfelelő foszfortalanítást és kéntelenítést is biztosítani tudja, természetesen feltételezve az ilyen acélok gyártásakor nélkülözhetetlen salakváltást.

Nem lehet említés nélkül hagyni a végtermék tisztaságát biztosító másodlagos módszereket sem, mint pl. az ultrahangvizsgálat, amely alkalmas a tömeggyártásban sajnos elkerülhetetlenül fellépő

sikerületlen tuskók, bugák, lemezek, esetleg teljes adagok kiselejtezésére. Ennek a módszernek használata elsősorban a gyártó mű érdeke.

A nagy Mn-tartalmú és egyben nagytisztaságú acélok előállításának egyik igen lényeges feltétele a kis C-tartalmú ötvözőanyagok, elsősorban FeMn biztosítása. Érthető, hogy a kis zárványtartalmú acélok előállításának egyik biztosítéka, hogy az acél O_2-tartalma a dezoxidáció kezdetén ne legyen sok. Ezt elsősorban azzal biztosíthatjuk, hogy az acél C-tartalmát nem engedjük 0,10% alá csökkenni. Ennek a feltételnek azonban csak akkor lehet eleget tenni, ha az ötvözés alatt felvett C-mennyiség következtében az acél végső C-tartalma nem emelkedik a megkívánt 0,16—0,17% fölé. Ez pedig csakis 1%-nál kisebb C-tartalmú mangánötvözők felhasználásával biztosítható.

Ugyanez a probléma jelentkezik természetesen akkor is, ha 0,7—0,8% körüli Mn-tartalmú, félig csillapított acélt állítunk elő. Itt is szükség van 1%-nál kisebb C-tartalmú ötvözőanyagokra, mivel a megkívánt kis C- és nagy Mn-tartalom kielégítő találati biztonsággal csak így érhető el. Nyilvánvaló, hogy ilyen ötvözőanyagok használatával az egyes adagok C-tartalmában mutatkozó ingadozás is kisebb lesz.

Számolni kell tehát azzal, hogy a hegeszthető acélok fejlesztésével a kis C-tartalmú ötvözőanyagok iránti kereslet növekedni fog.

65 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú acélfajták gyártása

Ha a ridegtörés iránt fennálló érzékenységet akár egy adott folyáshatár tartásával, de növekvő szelvényvastagsággal, akár pedig adott szelvényvastagság, de növekvő folyáshatárral meg akarjuk szüntetni, nem választhatjuk sem a C-, sem a Mn-tartalom növelésével járható utat. Különösen nagy szelvényvastagságokra (30 mm felett), már sem 0,2% C, sem 1,4—1,5% Mn nem engedhető meg az acélban, a nem kívánatos — és gyakorlati módszerekkel ellenőrizhetetlen — inhomogenitások veszélye nélkül.

Ha a továbbiakban meggondoljuk, hogy vastag szelvények hengerlésekor a N_2 viselkedését meghatározó, befejező hengerlési hőmérséklet is egyre bizonytalanabbá válik, továbbá, hogy ilyen acélok hőkezelésekor a vastagabb szelvénnyel együtt járó lassúbb lehűlés miatt az austenit átalakulás lassulásával kell számolni, ami különösen nagy C- és Mn-tartalmakon a lemez szilárdsági értékeinek szórásában jelentkezik, nyilvánvaló, hogy olyan acélgyártó módszert kell választani, hogy se a C-, se a Mn-tartalom további emelésére ne legyen szükség. Ez az út vezet a nemes ötvözőanyagoknak, a Ti, a V, a Mo és Ni használatához. Ezek már igen kis mennyiségben alkalmasak részben a folyáshatár emelésére, egyesek pedig, mint a Ti és V a N_2-tartalom megkötésére.

A hazánkban használatos MTA 50 jelű acél — bár kisebb szilárdsági tartományban — képviseli az ilyen jellegű acélokat. Előnyei az ismert Mn-Si-Al finomszemcsés acélokkal szemben csak akkor lesznek nyilvánvalóvá, ha ezt az acéltípust vastagabb szelvények építésére is fel fogjuk, hőkezelt állapotban használni.

Amíg vékony szelvényekről van szó, főleg olyanokról, melyeknek a hengerelt állapota is kielégítő biztonságot nyújt a ridegtöréssel szemben, a Ti-nal ötvözött acél jobb tulajdonságai természetszerűleg nem jelentkeznek a csak Mn-Si-Al ötvözésű finomszemcsés acéllal szemben. A szelvényvastagság növekedésével a Ti-nal ötvözött acélok fölénye vagy a kisebb mértékben csökkenő folyáshatárban, vagy az átmeneti hőmérséklet kisebb mértékű csökkenésében jelentkezik, természetesen mindez csak akkor, ha azonos C- és Mn-tartalmú acélokat hasonlítunk össze. A DV-ben rendelkezésünkre álló adatok sajnos bizonyító erejű kép összeállítását még nem teszik lehetővé. Ez nyilvánvalóan az adatok kis számára és arra a kedvezőtlen körülményre vezethető vissza, hogy míg az St 52,3-ra vonatkozó tapasztalataink vékonyabb lemezekre és ennek megfelelően kisebb C- és Mn-tartalmú acélokra vonatkoznak, addig az MTA 50 minőség tapasztalatai vastagabb és nagyobb C-tartalmú adagokból származnak. Tudomásunk szerint zavar ennek az acélnak a felhasználásakor csakis olyan esetekben fordult elő, amikor a C-tartalom 0,20% fölé emelkedett és a lemezek hőkezelés nélkül kerültek felhasználásra.

A DV az eddigi tapasztalatok felhasználásával azon lehetőségeket keresi, amelyek segítségével 0,15—0,18% C-tartalommal is — még a 20—40 mm vastagságú szelvények megkívánt mechanikai tulajdonságai biztosíthatók.

Végül, mivel az előadásban a hengerlés véghőmérsékletéről többször szó esett, az acélgyártással való összefüggések tisztázása céljából néhány szót erről is szólni kívánok.

A hengerlés véghőmérsékletének hatása az átmeneti hőmérsékletre

Már régóta felismerték, hogy a hengerlés véghőmérséklete és az acél ridegtörés iránti érzékenysége között összefüggés van és éppen ezért sok helyen kísérelték meg az érzékenységet irányított hengerlési hőmérséklettel módosítani.

Ezek eredményét lényegében a következőkben lehet összefoglalni:

Az acél összetétele által meghatározott hőmérsékletnél kisebb hőmérsékleten a hengerlés az acél átmeneti hőmérsékletét 15—25 C°-kal csökkenti. Ez a csökkenés egyaránt jelentkezik az előbbiekben említett mindenfajta dezoxidációs módszerrel gyártott acélban. Legkisebb hatással azonban az Al-mal finomszemcsésített és denitrált acélokban jelentkezik. Minél gyengébb a dezoxidáció, a hatás annál élénkebb.

Adott körülmények között tehát lehetséges a megkívánt kis átmeneti hőmérsékletnek biztosítása a hengerlési hőmérséklet szabályozásával. Bebizonyosodott azonban az is, hogyha a szabályozott hőmérséklettel hengerelt lemezeket utólagosan normalizálták, akkor az átmeneti hőmérséklet továbbcsökkenése volt tapasztalható. Ez a csökkenés ismét főleg a finomszemcsés acélokban jelent-

kezett és egyértelmű összefüggést mutatott a szelvényvastagsággal. Vastagabb szelvényekkel tehát a szabályozott véghőmérsékletű hengerlés nem helyettesítheti a normalizálást. További meggondolás tárgyát képezi, hogy a szabályozott hőmérséklettel való hengerlés elkerülhetetlen teljesítményveszteségre vezet és találati biztonsága sokkal kisebb, mint a normalizálásé. Ebből következik, hogy a szabályozott véghőmérséklettel végzett hengerlést célszerűbb kivételes alkalmakra és a nem finomszemcsés acélfajtákra korlátozni. Ez a módszer a sürgős feladatok megoldásához vezető út, nem pedig folyamatos üzemi módszer, legalábbis hegesztésre szánt acélok gyártásakor.

Összefoglalás helyett ezúton is köszönetemet és elismerésemet fejezem ki a DV acélműve kollektívájának, különösen az acélgyártó szakembereknek, akik az előadásban megfogalmazott — az eddigi tapasztalatok alapján hálásnak éppen nem mondható — feladatok megoldásában nemcsak nagyfokú segítőkészséggel, hanem önálló kezdeményezéssel is résztvettek. Éppen ebben látom további célkitűzéseink megvalósításának biztosítékát.

Műszaki gazdasági hírek

Csehszlovákia *acéltermelése* 1000 t-ban

	1963. termelés	1964. előirányzat
Folyékonyacél	7 598	8 130
hengereltáru	5 106	5 405
ebből nemesacél	640	680
hid. heng. szalag	124	147

Montan 1964. II. 12.

*

Ausztria *alumínium szállításra* kötött szerződést Lengyelországgal, melynek értelmében a Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Bernsdorf AG 3000 t hutaalumíniumot szállít.

Ne-Metalle 1964. II. 17.

*

A **világ** *folyékonyacél termelése* 1962—1963-ban millió t-ban és a világtermelés %-ában

	1962.		1963	
	10^6 t	%	10^6 t	%
Világ összesen	360,9	100	384,1	100
Montánunió	73,9	20,2	73,2	19,1
Belgium	7,4	2,1	7,5	2,0
Franciaország	17,2	4,8	17,5	4,6
Hollandia	2,1	0,6	2,3	0,6
Luxemburg	4,0	1,1	4,0	1,0
Olaszország	9,8	2,7	10,2	2,7
NSZK	32,6	9,0	31,6	8,2
Anglia	20,8	5,8	22,8	6,0
Egyéb Európa	10,5	2,9	10,9	2,8
USA	91,2	25,3	101,1	26,3
Kanada	6,5	1,8	7,1	1,8
KGST államok	100,9	28,0	105,0	27,3
SZU	76,3	21,2	80,2	20,9
Japán	27,5	7,6	31,4	8,2
Kína	9,0	2,5	10,0	2,6
Egyéb országok	21,3	5,9	22,5	5,9

St. u. E. 1964. 4. sz.

*

Egyiptomban az *assuani gát* terveit a Szovjetunió elkészítette, jelenleg a konzultációk folynak. Az erőműből 500 kV távvezeték fogja az áramot Kairóig szállítani. Az erőműben 1969-ig 8 turbina fog épülni. 1970-ben 5,5 milliárd kWó áramot akarnak 11 turbinával termelni. 1971-re tervezik a 12. turbina megépítését. A déli zárógát 1965-ben 124 méter magassággal elkészül. 1967-ben 8 milliárd m^3 vízet fognak tárolni.

Montan 1964. II. 17.

*

Egyiptomban az 1964. évre a nyersolaj termelés tervszámát 7,7 millió t-ban állapították meg. Ebből 5,936 millió t-t fognak exportálni.

Montan 1964. II. 17.

*

Japánban az első atomreaktort ez év február15-én helyezték üzembe.

Montan 1964. II. 17.

*

A Szovjetunió 10 legnagyobb acélgyártó gyárának évi termelési kapacitása 10^6 t-ban

1. Magnitogorszki Imeni Sztalina Gyár... 7,5
2. Kuznyecki Vasipari Kombinát 4,75
3. Azovstal Acélgyár 3,0
4. Zaporostal Acélgyár..... 3,0
5. Dnyeprodzserzsinszki Gyár 3,0
6. Nyizsnyij-Tagili Acélgyár 4,0
7. Krivorozstal Acélgyár 2,4
8. Bakali Acélgyár..... 2,0
9. Makajevszki Acélgyár 1,8
10. Zakavkazsü Acélgyár 1,5

Továbbá a következő gyárakat építik jelenleg

1. Novolipecki Acélgyár 6,0
2. Choropovetni Acélgyár..... 6,0
3. Karagandszkiji Acélgyár 6,0
4. Nyugat-Szibériai Acélművek 4,0
5. Novo Tulszkiji 4,0

Montan 1964. II. 19.

*

Jugoszláviában Ljubija-Banyában az újabb érckutatások 160 millió t-s *vasércelőfordulást* tártak fel.

Montan 1964. II. 21.

*

Lengyelországban a *villamosáram*-termelés 1969-ben el fogja érni a 40 milliárd kWó-t. Új 781 MW-os áramtermelő gépeket szándékoznak üzembe helyezni. Az új termelésből 400 MW a Turow-i és 250 MW az Adamow-i erőműre esik.

Montan 1964. II. 23.

*

Csehszlovákia Indiából *vasércet* vásárolt éspedig 10 000 t-t 67—68%-os és 100 000 t-t 57—58% Fe-tartalmut.

Montan 1964. II. 23.

*

Magyarország Csehszlovákiával közös *vízierőművet* épít a Dunán Gabčekovo—Nagymarosi Dunaszakaszon. Az építkezés 1967-ben kezdődik s 1975-ben fejeződik be. A beruházás 12,5 milliárd Ft-ot fog felemészteni az erőmű 900 MW-os lesz és évi 3,7 milliárd kWó-t fog termelni. Az áram a két államot fele-fele arányban fogja megilletni.

Montan 1964. II. 26.

*

Nigériában a **Juno** folyó völgyében **Ovaza** vidékén talált *földgázt* az Aba-i iparvidékre fogják vezetni. A kb. 30 km hosszú 6" Ø-jű vezetéket alumíniumból fogják készíteni. A vezetékfektetés ez év júliusában kezdődik.

Montan 1964. II. 28.

Nátriumaluminát-oldatok megbontása mesterséges hűtéssel*

Dr. LACZKÓ ISTVÁN
József Attila Tudományegyetem, Kísérleti Fizikai Intézet, Szeged
Dr. TÓTH BÉLA
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK 669.712.111.2 : 621.56

Bevezetés

Az aluminátlúgok megbontása (kikeverése) a Bayer-féle timföldgyártás egyik fontos művelete. A gyártás folyamán nyert timföld mennyisége és minősége nagymértékben a kikeverés helyes vezetésétől függ. Az aluminátlúg megbontásának sebessége, illetve a megbontás foka olyan tényezők, amelyek a timföldgyárak kapacitását és gazdaságosságát befolyásolják. A kikeverési folyamat a gyártási ciklus teljes időtartamának mintegy 80%-a, ezalatt a nátriumaluminátnak csak mintegy 50—55%-át sikerül megbontani. Ily módon 100—120 órás kikeverési folyamat 50—55%-os hatásfokkal való elvégzéséhez a timföldgyárnak minden t napi timföld termeléshez mintegy 100 m^3 kikeverő térfogatot kell biztosítani, ha a töltés, szűrés, tisztítás és egyéb műveletek időtartamát is figyelembe vesszük.

A nátriumaluminát-lúgok aránylag lassú bomlásának okait számos kutató vizsgálta, azonban ez ideig a nátriumaluminát-oldatok tulajdonságai és összetétele nem teljesen tisztázottak. *Calvet* és *Thibon* [1] szerint a kutatók három fő hipotézist állítottak fel a nátriumaluminát-oldatok természetével kapcsolatban:

a) Az alumíniumsav ($HAlO_2$) sóinak valódi oldatai. (*Hildebrand, Blum, Treadwell, Slade, Pollack* stb.)

b) Valódi oldatok, de komplex ionokat tartalmaznak, amelyekben az Al koordinációs száma 4 *(Heyrovszky)*, vagy 6 *(Funk)*.

c) Részben vagy egészben kolloidális oldatok (*Fricke, Dhar* stb.).

Kísérleti adataink a *b* pont helyességét látszanak igazolni. Számításaink ezért a *b)* pont alatti hipotézisből indultak ki, anélkül, hogy egyelőre állást foglaltunk volna az alumínium 4-es vagy 6-os koordinációs száma mellett.

Számos kutató tanulmányozta a kikeverésre ható tényezők üzemi jellegű vonatkozásait is. Ebben főleg a szovjet kutatók értek el jelentős eredményeket, akik a kikeverés és hőmérséklet összefüggését [2], az aluminátlúg koncentrációjának és kezdeti kausztikus molviszonyának hatását [3], az oltóanyag arányának hatását [4], az oltóhidrát aktivitásának hatását [5], [6] és egyéb alumíniumsók oltóhatását [7] vizsgálták a kikeverés sebességére és hatásfokára.

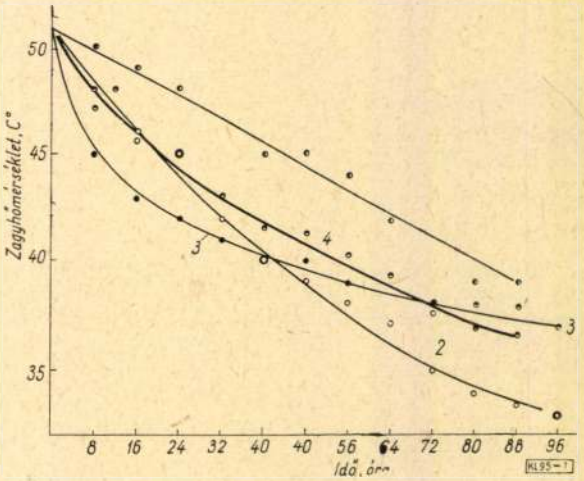
1959-ben az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban kikeverési kísérleteket indítottunk azzal a céllal, hogy a kikeverés műszaki mutatóit (kikeverési idő, hatásfok, szemcseösszetétel) megjavítsuk, és a kísérleti eredményekből megkíséreljük a bomlás mechanizmusára vonatkozóan elméleti következtetéseket levonni.

* A dolgozat dr. Laczkó István kandidátusi értekezésének részét képezi.

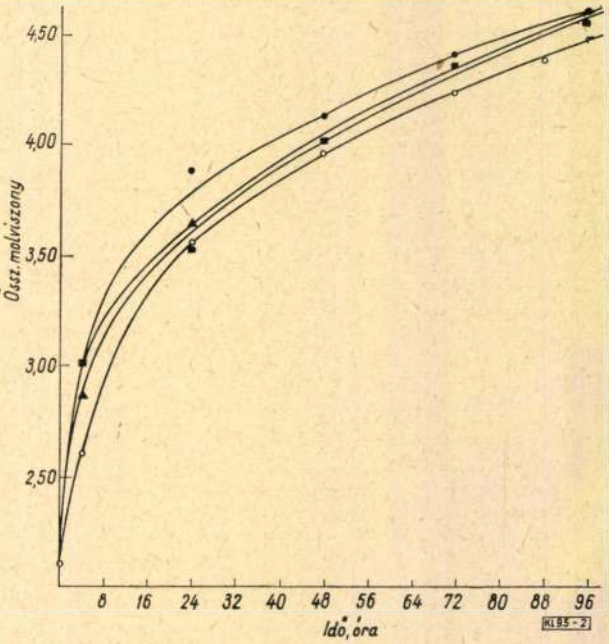
Dolgozatunk a rendszer hőmérsékletlefutása és a kikeverési idő közötti összefüggéssel foglalkozik anélkül, hogy ismertetnénk az aluminátoldatok szerkezetére, illetve a bomlás mechanizmusára vonatkozó elméleti elgondolásainkat, melyeket további tanulmányainkban kívánunk kifejteni.

A mérés és az értékelés módszere

A kísérleteket a szokásos üzemi lúgösszetétellel (138—150 g/l összes Na_2O és 105—120 g/l Al_2O_3) üzemi körülmények között végeztük. Kísérleti tartályként az üzem egyik szabadon álló



1. ábra. Idő—zagyhőmérséklet változása az alapkikeveréssel
1, 2, 3-as vonal egy-egy kísérlet eredménye, a 4-es vonal a kísérletek átlaga



2. ábra. Idő—molviszony változása az alapkikeverések során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményét mutatják

légkikeverőjét használtuk, amelynek hasznos térfogata 380 m³. A lúg molviszonyának változását az időben 4, illetve 8 óránként vett mintákon vizsgáltuk. A mintákat a tartály tetején, közvetlenül a mammutcső mellett vettük ki, ahol a zagy áramlása a legerőteljesebb. A lúgmintákat közvetlenül mintavétel után Tropeolin 00 indikátorral összes és szabad Na_2O-ra, valamint Al_2O_3-ra vizsgáltuk [8]. A mintavétel időpontjában a tartályban levő zagy hőmérsékletét is mértük. A kikeverési idő számításakor a kikeverés kezdőpontjául az oltás végét, végpontjául pedig a szűrés megkezdését választottuk. A kikeverési hatásfok számításakor a belépő, illetve a szűrésre kerülő aluminátlúg molviszonyát vettük figyelembe. A kísérletekben összehasonlítási alapul a szokásos üzemi körülmények között elvégzett 3 kikeverést vettünk figyelembe, amelyeknek adatait az *1. táblázat*, valamint az *1.* és a *2. ábra* mutatja.

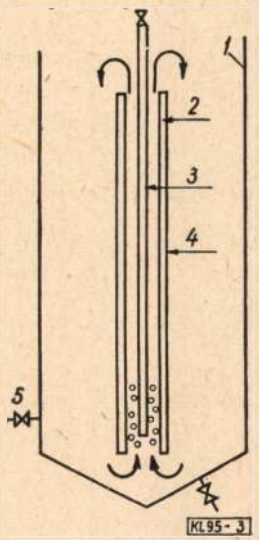
1. táblázat

Az alapul vett kikeverések jellemző adatai

	A kísérletek száma		
	1.	2.	3.
Kezdeti hőmérséklet, C°	57,0	59,0	55,0
Szűrési hőmérséklet, C°	39,0	33,0	37,0
Kikeverési idő, óra	89,0	96,5	96,0
Kikeverési hatásfok, %	52,3	54,3	53,7
Fajlagos termelés, kg/m³/24 óra	14,68	15,72	15,17
M_{kausz}, kezdő	1,86	1,86	1,86
M_{kausz}, végső	3,90	4,07	4,02
Oltóviszony	1 : 1,27	1 : 1,24	1 : 1,20
Összes Na_2O g/l	138,8	149,4	144,2
Al_2O_3 g/l kezdő	108,8	117,0	113,0
Al_2O_3 g/l végső	55,2	53,5	52,7
Külső hőmérséklet átlaga, C°	23,65	19,88	20,75

A bevezetőben említett cél (műszaki mutatók javítása) érdekében az egyes műszaki mutatókra ható tényezőket igyekeztünk úgy csoportosítani (2. táblázat), hogy hatásukat külön-külön, majd együttesen is vizsgálhassuk. Ezért a kikeverési folyamat eredményességét megszabó három fő műszaki mutató (kikeverési idő, kikeverési hatásfok, timföldhidrát szemcseeloszlása) köré a tényezőket úgy próbáltuk csoportosítani, hogy egy-egy műszaki mutató mellé olyan hatótényezők kerüljenek, melyek elsősorban erre a mutatóra hatnak. A csoportosítást az ajkai üzemi viszonyok figyelembevételével szabtuk meg, azonban még az adott üzemi viszonyokra nézve is csak egyszerűsítő feltevésként kezeltük. Nyilvánvaló ugyanis, hogy egy-egy tényező hatása szigorúan véve nemcsak egy mutatóra, hanem közvetve vagy közvetlenül a másik kettőre is kihat. Megváltoztatva pl. a kikeverési folyamat hőmérséklet-lefutását, nemcsak kikeverési idő, hanem a kikeverési hatásfok és a képződő alumíniumoxid hidrát szemcseeloszlása is megváltozik. Csoportosításunk azonban mégis lehetőséget nyújt arra, hogy bizonyos tényezőknek az egyes mutatókra gyakorolt hatását külön-külön megvizsgálhassuk. Az előző példánál maradva valószínű, hogy a kikeverés hőmérséklet-lefutásának megváltozása elsősorban a kikeverési időt befolyásolja, és csak másodsorban, az előbbin keresztül hat a másik két műszaki mutatóra is. A tényezők csoportosításával nem törekedtünk teljességre, mert számos olyan tényező is van, illetve lehetséges, amelynek hatását még nem, vagy csak részben ismerjük.

Dolgozatunk a rendszer hőmérséklet-lefutása és a kikeverési idő közötti összefüggéssel foglalkozik. A *2. táblázat* szerint a kikeverési időt elsősorban a rendszer hőmérséklet-lefutása befolyásolja. Kézenfekvőnek látszik az a megoldás, hogy a rendszer hőmérséklet-lefutását mesterséges hűtéssel szabályozzuk, szemben az eddigi, a környezet hőmérsékletétől függő hatás helyett. Elgondolásunkat az a tény is támogatta, hogy a Szovjetunióban [9] már végeztek hasonló nagyüzemi kísérleteket és megállapították, hogy az aluminátlúgok leggazdaságosabb hűtését a zagyba merített hűtőelemek segítségével lehet biztosítani. Esetünkben azonban célszerűnek látszott, hogy a bemerített hűtőelemek helyett, a mammutcsövet körülvevő hűtőköpeny-benáramló vízzel végezzük az aluminátlúg lehű-



3. ábra. A mammutcsövet körülvevő hűtőköpeny elrendezési vázlata
1 = kikeverő tartály, *2* = hűtővíz-kivezetés, *3* = mammutcső *4* = hűtőköpeny, *5* = hűtővíz-bevezetés., A tartály össztérfogata 418,64 m³, térfogata 380 m³, felülete 335,63 m², a hűtőköpeny térfogata 1,92 m³, felülete 19,22 m²

A műszaki mutatókra ható tényezők csoportosítása *2. táblázat*

	Műszaki mutatókra ható tényezők	
	I. rendű	II. rendű
Kikeverési idő	Hőmérséklet-lefutás	Oltóhidrát mennyisége Oltóhidrát minősége
Kikeverési hatásfok	Kikeverési idő Kezdeti Na_2O konc. Kezdeti molviszony	Szűrési hőmérséklet Szennyezők mennyisége és minősége Kezdeti Al_2O_3 konc.
Timföldhidrát szemcseeloszlása	Hőmérséklet-lefutás Oltóhidrát mennyisége Oltóhidrát minősége	Szennyezők mennyisége és minősége

A 40—50 órás kísérleti kikeverések jellemző adatai 3. táblázat

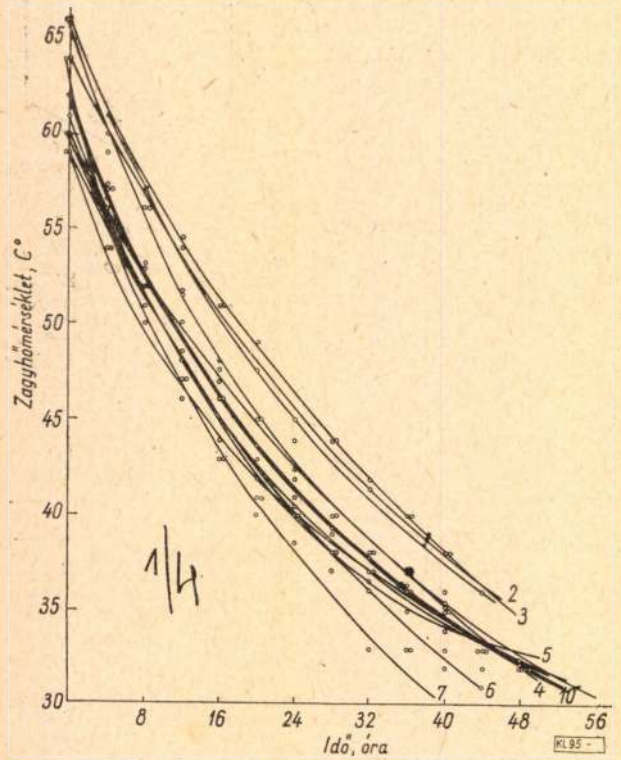
	A kísérleti szám									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Átlag
$M_{kazuisztikus}$ kezdő	1,81	1,87	1,85	1,90	1,92	1,82	1,86	1,85	1,82	1,85
$M_{kazuisztikus}$ végső	4,01	4,21	4,19	4,00	4,05	4,16	4,01	4,11	4,06	4,09
Al_2O_3, g/l kezdő	116,40	104,50	106,20	109,60	106,20	110,50	108,00	108,00	110,00	108,80
Al_2O_3, g/l végső	54,20	51,00	51,80	52,70	51,80	49,20	51,00	51,00	51,00	51,50
Oltóviszony	1,16	1,32	1,15	1,48	1,09	1,24	1,20	1,23	1,25	1,24
Külső hőmérséklet átlag, C°	10,20	23,10	20,90	17,20	16,20	11,30	13,00	18,10	15,40	—
Oltási idő, óra	4,00	3,00	2,50	3,00	6,20	3,00	3,00	3,50	2,00	3,30
Kikeverési idő, óra	50,00	38,00	44,00	50,00	38,00	45,00	43,00	38,00	43,00	43,20
Hatásfok	54,90	55,60	55,80	52,50	52,60	56,30	53,60	55,00	55,20	54,60
Kitermelés, kg/m³/24 óra	30,70	36,80	32,30	27,60	35,40	32,70	32,10	37,30	33,80	33,30

Az 50—60 órás kísérleti kikeverések jellemző adatai 4. táblázat

	A kísérletek száma					
	1	2	3	4	5	Átlag
$M_{kausz.}$ kezdő	1,89	1,86	1,90	1,86	1,86	1,87
$M_{kausz.}$ végső	4,11	4,29	4,19	4,19	4,22	4,20
Al_2O_3, g/l kezdő	108,80	107,10	107,10	113,00	107,90	108,80
Al_2O_3, g/l végső	51,80	49,30	51,00	51,90	51,00	51,00
Oltóviszony	1,04	1,21	1,21	1,19	1,25	1,18
Külső hőmérséklet, átlag C°	13,30	20,00	14,40	13,10	21,50	1
Oltási idő, óra	2,50	3,00	2,50	3,00	3,00	2,80
Kikeverési idő, óra	57,50	57,00	52,00	58,00	60,00	56,90
Hatásfok, %	54,00	56,60	54,70	55,60	56,00	55,40
Kitermelés, kg/m³, 24 óra	24,50	25,50	27,00	26,00	25,10	25,60

tését. Ez a megoldás intenzívebb hűtést biztosít, mint a bemerített hűtőelemekkel biztosított hűtés. A hűtőköpeny elrendezését a *3. ábra* szemlélteti.

Az ábra szerinti készülék alkalmas arra, hogy a hűtővíz áramlási sebességének változtatásával a kikeverő hőmérsékletét tág határok között szabályozzuk. A hűtés intenzitásának változtatása azért szükséges, mert a külső környezet hőmérsék-



4. ábra. Idő—zagyhőmérséklet változás a 40—50 órás kikeverések során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményeit mutatják, a 10-es vonal az átlag

5. táblázat

A 60 óránál hosszabb ideig tartó kísérleti kikeverések jellemző adatai

	A kísérlet száma			
	1	2	3	átlag
$M_{kausz.}$ kezdő	1,86	1,86	1,92	1,88
$M_{kausz.}$ végső	4,06	4,22	3,98	4,08
Al_2O_3 g/l kezdő	100,30	102,90	102,90	102,00
Al_2O_3 g/l végső	52,70	51,00	51,90	51,80
Oltóviszony	1,54	1,08	1,11	1,24
Külső hőmérséklet átlag, C°	16,30	15,70	17,70	—
Oltási idő, óra	2,00	2,50	1,50	2,00
Kikeverési idő, óra	70,00	61,00	68,00	66,30
Hatásfok, %	54,20	56,00	51,80	54,00
Kitermelés kg/m³, 24 óra	18,60	22,70	18,80	20,00

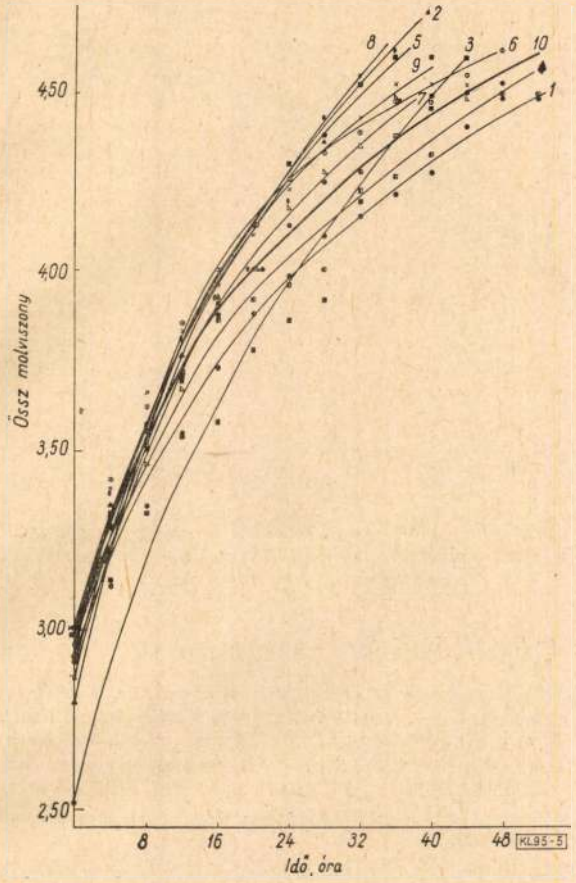
letével változik az a hőmennyiség is, amelyet a hűtővíznek a rendszertől el kell vonnia ahhoz, hogy a rendszer hőmérséklet-változása a megszabott program szerint menjen végbe.

A kikeverési kísérletek alatt a tartályba belépő aluminátlúg hőmérséklete nagyobb volt, mint a szokásos üzemi hőmérséklet, mivel a hőmérséklet növekedésével bekövetkező viszkozitás csökkenés kedvezően befolyásolja a hidrát szemcsenagyság növekedését. Ezzel a nagyobb kezdeti hőmérséklet okozta szemcsenagyság-növekedéssel kívántuk ellensúlyozni a gyors lehűlés miatt beálló esetleges szemcsenagyság-csökkenést.

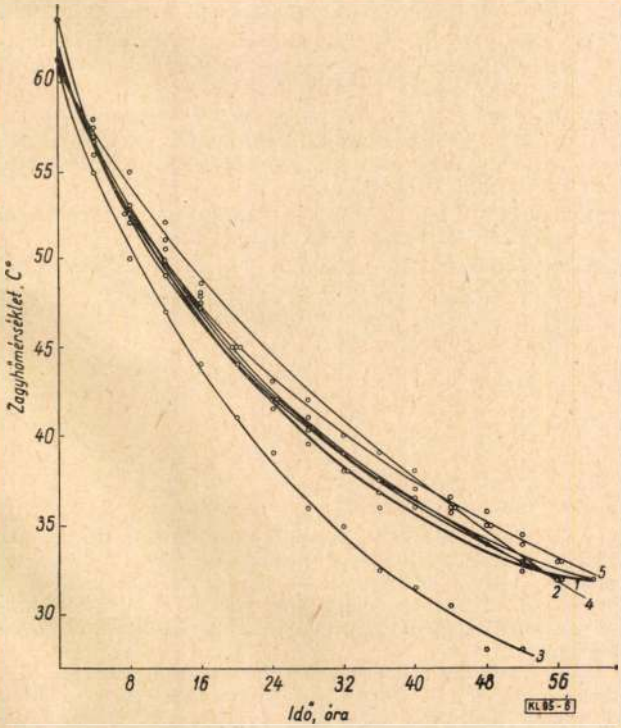
Kísérleti eredmények és azok értelmezése

Kikeverési kísérleteket végeztünk, különböző hűtési viszonyok között. A kapott eredményeket a *3—5. táblázat* és a *4—9. ábrák* tüntetik fel.

Az idő-összes molviszony ábrák első pontjai a molviszonynak az oltási idő alatt bekövetkező



5. ábra. Idő—molviszony változás a 40—50 órás kikeverések során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményét mutatják, a 10-es vonal az átlag



6. ábra. Idő—hőmérséklet változás az 50—60 órás kikeverés során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményei, a 7-es vonal az átlag

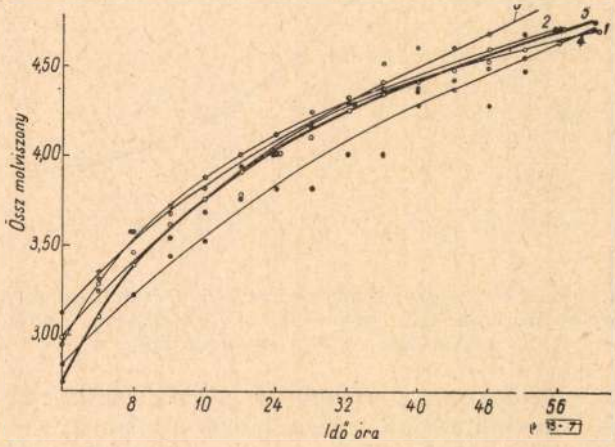
változását ábrázolják. A kikeverési időt ettől a ponttól kezdve számoljuk, tehát ez a pont felel meg a kikeverési idő 0 pontjának. Az idő—zagyhőmérséklet grafikonok kezdőpontjai a zagyhőmérséklet oltás utáni értékét mutatják.

A különböző időtartamú kikeverések eredményeinek jobb összehasonlítása érdekében e jellemző adatok átlagait egy közös táblázatban foglaltuk össze *(6. táblázat)*.

6. táblázat

A különböző időtartamú kísérleti kikeverések jellemző adatainak átlaga

	Alap kikeverések	40—50 órás kikeverések	50—60 órás kikeverések	60 óránál hossz. kikeverések
$M_{kausz.}$ kezdő	1,86	1,85	1,87	1,88
$M_{kausz.}$ végső	4,00	4,09	4,20	4,08
Al_2O_3 g/l kezdő	112,90	108,80	108,80	102,00
Al_2O_3 g/l végső.....	53,80	51,50	51,00	51,80
Oltóviszony	1,24	1,24	1,18	1,24
Kikeverési idő, óra..	93,80	43,20	56,90	66,30
Hatásfok, %	53,40	54,60	55,40	54,00
Kitermelés, kg/m³ 24 óra	15,90	33,30	25,60	20,00



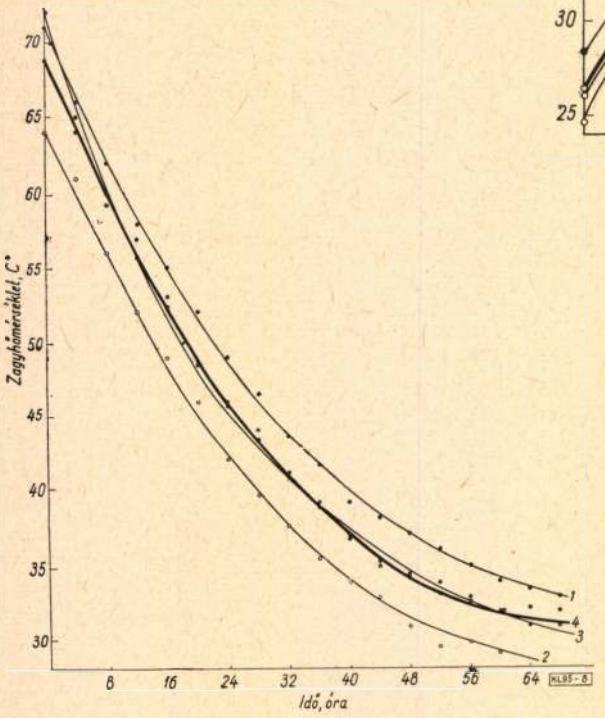
7. ábra. Idő—molviszony változás az 50—60 órás kikeverés során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményei, az 5-ös vonal az átlag

A 6. táblázat adataiból kitűnik, hogy kényszer hűtéssel, megfelelő hűtési programmal [10], a kikeverési idő jelentős mértékben csökkenthető. A kikeverési idő csökkenésén kívül a kikeverés eredményességét megszabó tényezők (hatásfok, kitermelés) is jelentős mértékben javulnak. A kísérleti adatok részletes vizsgálata folyamatban van. További kísérletek során kívánjuk megvizsgálni a szemcseösszetétel változását a kikeverési idő függvényében.

Összefoglaló

Kikeverési kísérleteket végeztünk mesterséges, különböző élénkségű hűtéssel. A kikeverést az üzemben az eddig szokásosnál nagyobb hőmérsékleten indítottuk és azt olyan meghatározott mértékben csökkentettük, amely a természetes hűléskor bekövetkező hőmérséklet-csökkenéshez

képest a kikeverés kezdetén nagyobb, később pedig közel azonos. A timföldhidrát kiválása az eddigi eljárással szemben nagyobb sebességgel indul meg, későbbiekben pedig kisebb mértékben csökken, ami által 55—65 óra alatt legalább ugyanolyan kikeverési hatásfok érhető el, mint az eddigi eljárásokban 100—110 óra alatt, az eddigi rendszerint 13—16 kg/m³. 24 óra fajlagos kitermelés pedig 25—29 kg/m³·24 órára növelhető.

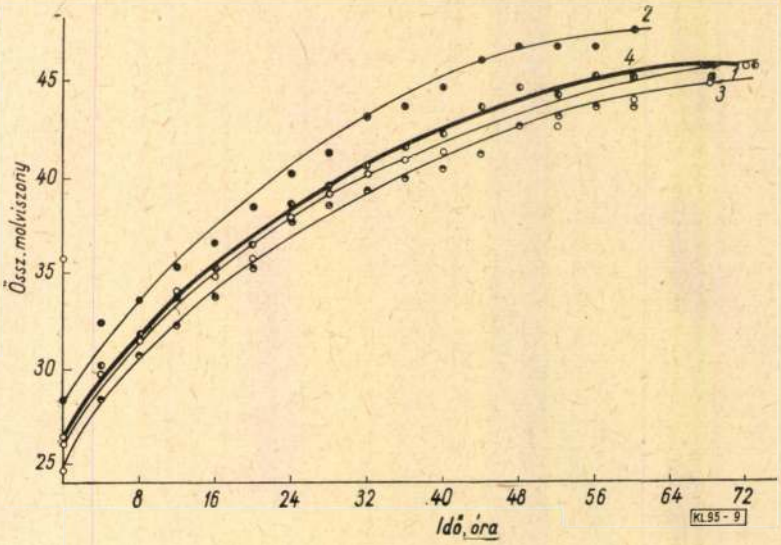


8. ábra. Idő—zagyhőmérséklet változás a 60 óránál hosszabb ideig tartó kikeverés során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményei, a 4-es vonal az átlag

Köszönetet mondunk az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó igazgatójának és főmérnökének, dr. *Marschek Zoltánnak* és *Vörös Istvánnak* a kísérletek elvégzése során nyújtott támogatásért.

IRODALOM

[1] *Calvet—Thibon:* Contribution a l étude du mécanisme de la decomposition'' des solutions alumine



9. ábra. Idő—molviszony változás a 60 óránál hosszabb ideig tartó kikeverés során. A vonalak egy-egy kísérlet eredményei, a 4-es vonal az átlag

sodiques. Bull. Soc. Chim. France. p. 1577—1585. 1959.

[2] *Kuznyecov, Sz. I., Szerebrjennyikova, O. V., Gyeverjankin, V. A.:* néhány tényező hatása az aluminátlúgok kikeverésének kinetikájára, és a nyert alumínium-hidroxid-kristályok szemcsenagyságára. Zsurnal Priknadloj Himii 1957. 3 sz. 352. old.

[3] *Mazelj, V. A.:* Timföldgyártás, Műszaki Könyvkiadó 1953.

[4] *Ljapunov, A. N., Holmogorceva, E. P.:* Az oltóanyag-arányszám hatása az aluminátlúg bomlásának mélységére, azoknak a tényezőknek az összességében vizsgálva, amelyek az oltóanyag-arányszám változását kísérik. V. A. M. I. 1953.

[5] *Ljapunov, A. N.—Csemodunov, V. Sz.—Csulkova N. N.—Varlamova, N. N.:* Aluminátlúg kikeverése aktív oltóhidrát felhasználásával. V. A. M. I. 1953.

[6] *Kuznyecov, Sz. I.:* Az alumíniumhidroxid periodikus elaprózódása az aluminátlúgok kikeverésekor. Cvetnüe Metalli 1956. 9 sz.

[7] *Wolf, F. F.—Kuznyecov, Sz. I.—Szerebrnyenyikova, O. V.:* Aluminátlúgok bomlásának meggyorsítása kismennyiségű alumíniumsók adagolásával. Zsurnál Prikladnoj Himii 1950.

[8] *Zombori L.:* A timföld-alumíniumipar elemzési eljárásai Műszaki Könyvkiadó 1955.

[9] *Rubincsik, F. M.—Kavina, V. A.:* A kikeverőkben levő aluminátlúgok hűtésmódjai. Legkie Metalli 1957. 2 sz. Leningrád. 2251—TO—539/5 számú Magyar Szabadalom.

Helytelen — **Helyes**

Az alumíniumfólia ama *termékek* sorába tartozik, amelyeket az ipar és a kereskedelem felhasznál ugyan, *de felhasználási területe az anyag által adott lehetőségek szerint korán sincsen kihasználva.* — Az alumíniumfólia ama gyártmányok sorába tartozik, amelyeket az ipar és a kereskedelem ugyan használ, de **az elterjedésük nem kielégítő, mert az anyag tulajdonságai által adott lehetőségek még korán sincsenek kihasználva.** (Az első mondatból érzi az olvasó, hogy a szövegező a fólia elterjedésével nincs megelégedve, de ezt nem mondja így ki határozottan, de még azt sem, hogy az anyag tulajdonságai pedig erre lehetőséget biztosítanak.)

Az elmondottak alapján javasolható a függőleges tüskés anód *kialakulási körülményeinek* rendszeres, *szúrópróbaszerű ellenőrzése.* — Az elmondottak alapján javasolható, **hogy** a függőleges, tüskés anód **kialakulásának körülményeit** rendszeresen, **szúrópróbákkal ellenőrizzük.**

Fontos az anód *minimális benyúlásának* biztosítása az elektrolitba. — Fontos azt biztosítani, hogy az anód a lehető **legkisebb** mértékig **nyúljon** az elektrolitba.

E *területen nagy volumenű,* sok oldalú munkát kellett végezni. — Ez **irányban kiterjedt,** sok oldalú munkát kellett végezni.

Néhány urántrioxid aktivitási vizsgálata

LOVASI JÓZSEF tudományos munkatárs
Fémipari Kutató Intézet

DK 546.791:54.124.001

Korábban részletesen foglalkoztunk az uranilnitrát-hexahidrát álló rendszerben végbemenő termikus megbonthatóságával [1]. A közlemény anyaga nem terjed ki arra, milyen módon viselkednek a különféleképpen előállított urántrioxidok hevítés hatására freon-atmoszférában.

A freongáz igen nagy előnye, hogy közvetlenül használható urántetrafluorid előállítására. Freon-12 gázban 400 C°-on az UO_3 redukciójával együtt végbemegy az UF_4 képződés is, míg 400 C° alatt még csak oxifluoriddá alakul [2].

$$UO_3 + CCl_2F_2 \xrightarrow{350\ C^\circ} UO_2F_2 + COCl_2$$

350 C°-nál nagyobb hőmérsékleten UF_4 keletkezik.

$$UO_3 + 2\ CCl_2F_2 \xrightarrow{400\ C^\circ} UF_4 + CO_2 + COCl_2 + Cl_2$$

400 C°-on már elsősorban UF_4 képződik és az UO_2F_2-tartalom kicsi. Az át nem alakult UO_3 mennyisége kisebb mint 0,05%. Elkerülhetetlen a kloridos szennyeződés, mely az UF_4-ben 1% körül található, UCl_4 alakban. Ha az UCl_4 keletkezését megkívánjuk szüntetni, akkor a reakció kivitelezéséhez használt freon-12 gázt oxigénnel kell keverni [3].

$$UO_3 + 2\ CCl_2F_2 + 1/2\ O_2 \xrightarrow{400\ C^\circ} UF_4 + 2\ CO_2 + Cl_2$$

Ha a termék oxifluorid-tartalma növekszik, akkor több százalékot is elérhet.

Az uránkohászatban ma már elsősorban urántetrafluoridot használnak a fémurán gyártására. Elterjedésének oka abban van, hogy redukciója aránylag könnyen kivitelezhető, a reakciókamrában nem keletkezik nagy nyomás, és nem képződnek zavaró termékek. A redukció Ca, vagy Mg segítségével végrehajtható [4].

$$UF_4 + 2\ Ca \xrightarrow{620—1200\ C^\circ} U + 2\ CaF_2 —$$

— 137 Kcal (exoterm)

$$UF_4 + 2\ Mg \xrightarrow{620—1200\ C^\circ} U + 2\ MgF_2 —$$

— 82 Kcal (exoterm)

A hevítést a levegő teljes kizárásával kell végezni. A magnéziumot, vagy kalciumot 0,5% feleslegben kell használni [5].

Freonban, vagy hidrogénben az UF_4 előállítására bármely urántrioxid nem alkalmas [6]. Döntő tényező a redukcióhoz használt gázhoz viszonyított aktivitása. Az aktivitás pedig attól függ, milyen módon készült, mennyi nitrát maradt vissza benne, milyen a kristályszerkezete, az uranilnitrát termikus bontása milyen sebességű volt stb.

Ha az urántrioxid előállítási módszerei közül csak az uranilnitrát-hexahidrát termikus bontását vesszük figyelembe, ez maga is többféleképpen mehet végbe :

1. 350—400 C°-os fluidágyban, bizonyos töménységű uranilnitrát oldat bepermetezésével [7].

2. Keverővel ellátott 350—400 C°-os saválló acélüstökben [8].

3. Nyugvóágyban, a hőmérséklet lassú emelésével 200 C°-ig 5 C°/óra, majd 400 C°-ig 10 C°/óra sebességgel [9].

4. 180—190 C°-on, 20—24 órán keresztül előkezelve, majd 400 C°-ig túlhevített vízgőzáramban megbontva (1 C°/3 perc sebességgel emelve a hőmérsékletet [10]).

Az UO_3 készítésére és a termék minőségére igen sok tényező hat. Jelen összeállításunk csak az általunk nyugvóágyban előállított urántrioxidokra vonatkozó, néhány egyszerű kivitelű aktivitási vizsgálattal foglalkozik. A további urántrioxid előállítás szempontjából azonban (ha ebből freonban UF_4-et kívánunk készíteni) eljárásunknak komoly jelentősége lehet. Nem lehet közömbös egyetlen urántetrafluorid előállítási eljárásra az sem, hogy mennyi ideig kell a reakciótérben tartani anyagunkat — bizonyos hőmérsékleten — és milyen mennyiségű gáz szükséges a művelet lebonyolításához. Fokozottan döntő lehet a gáz mennyisége urántetrafluorid fluidágyban készítésekor, ahol a szemcseméreten és térfogatsúlyon kívül az aktivitás, mint a legfontosabb tényező léphet fel.

Jelenleg még csak korlátozott ismereteink vannak az urántrioxid kristályszerkezetének (kristálytípusoknak) az aktivitásra kifejtett hatásáról. Erre mindössze néhány irodalmi adat áll rendelkezésünkre [11]—[13], gyakorlati tapasztalatunk azonban nincs. Az erre vonatkozó röntgendifrakciós vizsgálatok kivitelezése folyamatban van. Ettől függetlenül megkezdtük (előkísérleti jelleggel) az UO_3 aktivitási vizsgálatát.

Néhány nyugvóágyas rendszerben előállított UO_3 aktivitási vizsgálatát freonatmoszférában elvégezve, meglehetősen érdekes adat jutott birtokunkba.

A kísérleteket Dennstädt-kemencében, platinacsőben végeztük. A freongázt kénsavas és foszforpentoxidos rendszeren átvezetve szárítottuk. A gázbevezetés sebessége minden esetben azonos volt.

Kísérletek az UO_3-nak UF_4-gyé alakítására

1. Kísérletünket a LXII. jelű UO_3-dal kezdtük. Ez a minta 180—190 C°-on előkezelt és háromszoros porítással, a porítás után ismételt hőkezeléssel készült. Hevítését levegő jelenlétében 190

C°-ról 400 C°-ra 97 perc alatt végeztük. Freonban végzett vizsgálat adatai az *1. táblázatban* láthatók.

1. tábldzat

LXII-es jelű UO_3 vizsgálatának értékei

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hevítési idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5006	0,0320	2	400	34,8	46,0
0,5027	0,0324	4	400	58,1	76,4
0,5018	0,0334	3	400	42,8	56,4

UO_3 összetétele :

$$U = 81{,}4\ \%$$
$$NO_3 = 0{,}84\%$$

1 órás hevítés után különösebb változást nem észleltünk. 4 óra alatt is mindössze 76,7%-os UF_4-tartalmú termékhez jutottunk.

2. A IXC jelű mintát úgy állítottuk elő, hogy az uranilnitráthexahidrátot 20 óráig 180—190 C°-on hevítettük, utána porítottuk, majd ismét 4,5 órát 180 C°-on hevítve, kvarccsónakban, túlhevített vízgőzáramban 400 C°-ig 10 C°/3 perc hevítési sebességgel kezeltük.

UO_3 összetétele :

$$U = 82{,}77\%$$
$$NO_3 = 0{,}38\%$$

2. táblázat

IXC jelű UO_3 kísérleti adatai

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5010	0,0044	2	400	nem mérhető	—
0,5000	0,0012	5	420	—	—

A *2. táblázat* adatai szerint az UO_3-ban 420 C°-on 5 órás hevítés hatására sem következett be lényeges változás.

3. CI jelű uránttrioxidunk úgy készült, hogy az uranilnitráthexahidrátot 40 C°-ról kiindulva 5 C°/óra hőmérséklet emelési sebességgel 200 C°-ig hevítettük. Ezután egyszeri lazító-porítás után vízgőzáramban 10 C°/2,5 perc sebességgel 400 C°-ig növeltük a hőmérsékletet.

UO_3 összetétele :

$$U = 82{,}6\ \%$$
$$NO_3 = 0{,}42\%$$

A mintát freonban vizsgáltuk, a kapott adatokat a *3. táblázatban* tüntettük fel.

3. táblázat

CI-es jelű UO_3 kísérleti adatai

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5017	0,0226	1	420	37,32	49,26
0,5012	0,0236	2	420	39,11	51,62
0,5011	0,0284	3	420	57,06	75,35
0,5011	0,0287	4	420	55,87	73,80
0,5013	0,0276	3	400	49,80	65,70

4. CIV jelű uranilnitráthexahidrátot 5 C°/ó sebességgel 40 C°-ról 200 C°-ra 26 óra alatt melegítettük. Egy lazító-porítás után további izzítókemencében, levegő jelenlétében 350 C° hőmérsékletig 10 C°/ó sebességgel hőkezeltük.

UO_3-ban levő $NO_3 = 3{,}29\%$.

Ez az uránttrioxidunk freonnal szemben a többihez viszonyítva jó aktivitást mutatott. Már az 1 órás 420 C°-on tartása is 89,7% UF_4-tartalmú terméket adott *(4. táblázat)*.

4. táblázat

CIV-es jelű UO_3 UF_4-gyé alakításának adatai

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5016	0,0276	3,0	400	65,18	87,1
0,5026	0,0258	3,0	400	68,33	90,2
0,5010	0,0225	0,5	420	60,60	80,0
0,5030	0,0234	1,0	420	67,96	89,7
0,5016	0,0279	2,0	420	70,96	93,7

5. A CVI jelű UO_3 teljesen azonos módon készült, mint a CIV-es minta. A maximális hevítési hőmérséklet azonban nem 350, hanem 400 C° volt. Ebben az esetben a kapott adatok már a 4. táblázat adataihoz viszonyítva rosszabbnak mutatkoztak *(5. táblázat)*.

5. táblázat

CVI-os jelű UO_3 vizsgálati értékei

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5000	0,0342	2	380	55,07	72,69
0,5013	0,0337	1	400	58,01	76,57
0,5008	0,0334	2	400	61,01	80,50
0,5010	0,0325	1	420	52,24	68,95
0,5004	0,0365	2	420	67,24	88,75
0,5003	0,0374	3	420	68,90	91,00

6. Az I—105/2 jelű UO_3 a kevertágyas (üstrendszer) módszer reprodukálásával született. 60 g uranilhexahidrátot saválló acélból készült edényzetben fokozatosan (2 óra alatt) 400 C°-ig hevítettük, közben állandóan kevertük. Így az összetapadás elkerülhetővé vált, és poralakú termékhez jutottunk.

Az UO_3-ban levő $NO_3 = 0{,}57\%$.

Ez a típusú UO_3 2 órán keresztül 420 C°-on freon atmoszférában semmilyen változást nem mutatott. Reakcióképessége freonnal szemben rendkívül kicsinek látszott *(6. táblázat)*.

6. táblázat

I-105/2-es jelű UO_3 kísérleti eredményei

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5002	0,0007	1	420	nem mérhető	—
0,5002	0,0010	2	420	—	—

7. A 6. táblázat adataihoz hasonló eredményre vezetett a KFKI-ban előállított UO_3-dal végzett

kísérletünk is. Ezt az uránoxidot 500 C°-ig hevítve készítették *(7. táblázat)*.

7 táblázat

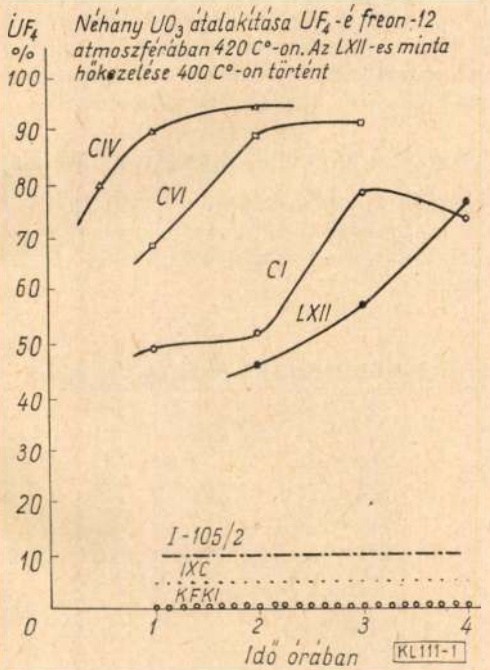
KFKI-ból kapott UO_3 hevítési körülményei és eredményei

Bemért UO_3 g	Súly növ. g	Hev. idő, ó	Hev. hőm. C°	Termék U(IV) tart. %	UF_4 %
0,5000	nincs	1	400	nem mérhető	—
0,5003	nincs	2	400	nem mérhető	—
0,5004	nincs	3	400	nem mérhető	—

Az UO_3-ban levő $NO_3 = 0{,}32\%$.

Az eredmények jól mutatják, hogy ez a termék 400 C°-on 3 órás kezelés után is a freon-12 gázzal szemben inaktív tulajdonságú.

A táblázatokban szereplő kísérleti adatokat az idő és a keletkezett UF_4 %-ának függvényében ábrázolva *(1. ábra)* igen szembetűnően megmutat-



UO_3 átalakítása UF_4-dá freon-12 atmoszférában 420 C°-on (LXII minta hőkezelése 400 C°-on)

kozik a különbség az uránoxidok aktivitásában. Csak vízszintesen húzott vonalakkal ábrázoltuk — lényegtelen átalakíthatóságuk miatt — az IXC, I—105/2, valamint KFKI jelzésű minták kísérleti adatait. Az uránoxidok 400—420 C°-on freonban végzett 3—5 órás hevítése után sem sikerült néhány %-nál nagyobb UF_4-tartalmú termékekhez jutnunk.

A kísérletekből levont következtetések

Eddigi, meglehetősen szerény és egyszerű kísérleteink teljes egészében igazolták feltevésünket. Minden készítményünk viselkedése eltért egymástól. Legaktívabbnak a CIV jelű uránoxid mutatkozott. Ennek azonban elég nagy, 3,29% NO_3-tartalma volt. A legújabb röntgendifrakciós mérések alapján megállapítottuk, hogy az anyag döntő többségében amorf jellegű. Az uranilnitrát termikus bontása is csak 350 C°-ig hevítve következett be. A CIV jelű mintából már 1 óra alatt 420 C°-on 89,7% UF_4-tartalmú termékhez jutottunk, ugyanakkor a kis nitráttartalmú uránoxidok gyenge aktivitást mutattak.

Lehetséges, de jelenleg még nem teljesen bizonyos, hogy szükséges-e az UO_3 uranilnitrátból való előállításakor a teljes nitrát (nitrogén) mentességre törekednünk. Felmerül az a kérdés is, célszerű-e minden esetben az UO_3 készítésekor 400 C°-ig emelni a hőmérsékletet. Lehetséges az is — az első adatok alapján —, hogy freonban (nyugvóágyban) jó hatásfokkal csak olyan uránoxid alakítható át urántetrafluoriddá, amelyik amorf, és előállítása 5 C°/óra hőfokemelési sebességgel zajlik le. *Sevcsenkó* professzor véleménye szerint is [14] azok az uránoxidok, melyek az uranilnitrát lassú bontásával készültek, az urándioxid és UF_4 előállításakor aktívabbak a különféle gázokkal szemben (H_2, freon), mint a más módon készült termékek.

Összefoglalás

Freonatmoszférában végzett aktivitási kísérleteink igazolták, hogy a különféleképpen előállított uránoxidoknak az egymáshoz viszonyított aktivitása eltérő. További tisztázásra szorul, milyen típusú, minőségű UO_3 gyártása célszerű a további UF_4 előállítási kísérletekhez. Bebizonyosodott, hogy urántetrafluoridot freon atmoszférában gazdaságosan termelni csak a kiindulási anyagként felhasznált uránoxid tulajdonságainak teljes ismeretében lehet.

IRODALOM

[1] *Lovasi J.:* Kohászati Lapok, 1964. 1. sz.
[2] *Booth, H. S.* J. Am. Soc. 68. 1969 (1946)
[3] *Cacciari, A.—Leon, R.—Pizotti, C.—Gabaglio, M.:* Energia Nucleare Milano 3. 462—70. (1956)
[4] British Patent 798 518
[5] U. S. Patent 278 989 ápr. (1957)
[6] *Clayton, J. C.—Seymour Arondson, J.:* Of Chem. and Eng. Data. vol. 6. 1. 43—51. (1961)
[7] *Philoon, W. C.—Sanders, E. F.—Trask, W. T.* Chem. Eng. Progress vol. 56. 4 106 (1960)
[8] *Harrington, C. D.* társai: USAC Report TID-5295 jan 13—72 (1956)
[9] *Lister, B. A. J.—Richardson, R. J.:* A.E.R.E. C/R 2276 ápr. (1957)
[10] *Dawson, J. K.:* J. Chem. Soc., 3531—3540 (1956)
[11] *David, E.:* Connolly Acta Cryst. 12 949 (1959).
[12] *Hoekstra, H. R.:* Stanley Siegel Proceedings of the Second U.N.J.C. of the Peaceful Uses of Atomic Energy 28. 231 (1958)
[13] *Stonhill, L. G.,:* Can. J. Chem. 37. 454 (1959)
[14] *Sevcsenkó, V. B.—Szudarikov, B. N.:* Technologija urana. Goszatomizdat 250—253 (1961)

Helytelen — **Helyes**

A vizsgálat alkalmával *ajánlott* mérést a hengerlési, *valamint két párhuzamos* mérést a hengerlési irányra *merőleges irányból vett mintán elvégezni* a mérés biztonsága érdekében. — A vizsgálat alkalmával **ajánlatos** a biztonsága érdekében **két-két párhuzamos** mérést végezni, éspedig **kettőt** a hengerlés irányában és **kettőt** keresztirányban. (Az első mondat túl bonyolult, a gondolat elvész a sokféle mérés útvesztőjében. A mondanivaló, amint a második mondat mutatja egyszerűbben is kifejezhető.)

A kohászati kémiai anyagvizsgálat új útjain

Gázelemzések

PŐCZE LÁSZLÓ
Csepel Vas- és Fémművek

DK 544.4 : 54.08 : 621—52

A kohászati ipar fejlesztése igen nagy mértékben az automatizálás útján halad. A helyes műszaki vezetésnek alapvető feltétele a gyártási folyamatok fizikai jellemzőinek mérése s a mérési eredmények alapján megfelelő szinten tartásuk. Ezek a mérések, így pl. a hőfokmérések, a gázmennyiség mérése s szabályozása, a különböző nyomásmérések stb. jórészt automatikusan megoldhatók. Ezeknek a mérési és szabályozási eljárásoknak a megvalósítása igen fontos volt a gyártási folyamatok jellemzőinek állandósításában. Jelentős energia-megtakarítást jelent pl. a helyes tüzelési módszer kialakítása s megfelelő szabályozása.

A fizikai jellemzők mérése sok esetben könnyű feladat. A gyártási folyamatban résztvevő és átalakuló anyag összetételének változását ellenőrizni, figyelni azonban már sokkal nehezebb, mert kémiai elemző módszert kíván. Általában az anyagösszetétel meghatározása — legyen az gáz, folyadék, nagy hőfokú olvadék, vagy szilárd anyag — hosszadalmas kémiai műveleteket kívánt a múltban s bizonyos mértékben kíván még ma is.

A gyártási eljárás mindenkor a jobb minőségű termékek gyártása érdekében gyors és pontos anyagvizsgálatot követelt. Mint a többi ipari munkákban — tovább növelve az igényeket — a gyártási folyamatok irányításában az anyag összetételétől függően a korszerűség automatikus beavatkozást, illetve vezérlést óhajt megvalósítani. Ilyen követelményeknek az anyagvizsgálat csak akkor tud megfelelni, ha vizsgáló, illetve mérőmódszereit olyan irányba fejleszti, hogy a mérési adatokat fizikai mérőmódszerekkel kapjuk, s ezek a további automatizálás impulzusaivá válhatnak.

Az egyes tudományágak fejlődése az anyagok legkülönbözőbb tulajdonságai között sok olyan új összefüggést tárt fel, melyek alapján az anyag összetételére valamilyen fizikai tulajdonsága útján lehet következtetni. A másik lépés — amely még szükséges volt ezeknek a lehetőségeknek a felhasználására — az elektrotechnika, a méréstechnika megfelelő fejlődése, az elektronikus s tranzisztoros készülékek kialakulása.

A következőkben áttekintést adunk az újabb, főleg műszeres, tehát automatizálást lehetővé tevő új anyagvizsgálati eljárásokról, melyeket kohászati iparunk részben már használ, vagy használatuk a jövőben célszerű és gazdaságos. Nem foglalkozunk az acél spektroszkopikus elemzési módszerével. Az újabb fejlődést ezen a téren, a kvantométerek használatát számos irodalmi közlemény ismerteti mind külföldön, mind nálunk. Erre vonatkozólag a jelentősebb s könnyebben hozzáférhető cikkekről irodalmi felsorolást adunk [1]—[4].

A gázelemzés új útjai

A kohászat jelentős gáztermelő s egyszersmind gázfelhasználó ipar. Ha a kokszgyártást is ehhez soroljuk, a gázelemzés súlya igen nagy. A kokszgyártás folyamán keletkező kamragáz, továbbá a torokgáz jelentős energiahordozók. Összetételük állandó ismerete fontos a gyártás ellenőrzése szempontjából, másrészt a felhasználók számára jelent fontos tájékoztatást. A torokgáz összetételének állandó mérése pedig egyenesen a nyersvasgyártás folyamatainak, a kohóvezetésnek ellenőrzésére szolgál.

Az eddig lassú és csak szakaszos adatszolgáltatást a gázelemzés korszerű módszerei váltják fel [5]. Folyamatos mérő s regisztráló műszerek a legkülönbözőbb elveken működve állandóan jelzik az egyes alkotók százalékos összetételét.

Gázelemzés a hővezető-képesség mérése alapján

A gázok hővezetőképességük alapján is különböznek egymástól. Az *1. táblázat* egyes gázok hővezető-képességét adja 100 C°-on a levegőre vonatkoztatva.

1. táblázat

Gázok relatív hővezetőképessége [2] 100 C°-on

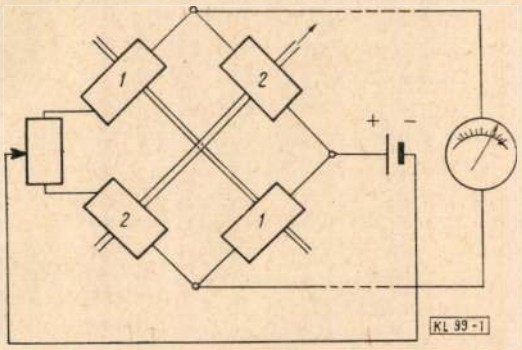
Gáz	H	Gáz	H	Gáz	H
Levegő	1,00	H_2S	0,54	Cl_2	0,34
N_2	0,99	SO_2	0,35	He	5,50
O_2	1,02	CS_2	0,28	Ne	1,80
H_2	7,35	CO	0,97	Ar	0,70
D_2	5,10	CO_2	0,68	Kr	0,38
H_2O	0,81	CH_4	1,50	Xe	0,22
NO	1,02	C_2H_4	0,86	Propán (20°)	0,67
N_2O	0,68	C_2H_2	0,79	Hexán (0°)	0,52
NH_3	0,90				

H = relatív hővezető-képességi szakasz.

Legjobb hővezető-képességű tehát a hidrogén. Majdnem 7,5-ször jobb hővezető, mint a levegő és még többszörösen jobb, mint egyes nagyobb molekulájú gázok, amilyen pl. a SO_2. Egy közel azonos összetételű gázelegyben tehát már a hidrogén-koncentráció kis változása jelentősen változtatja a gáz hővezető-képességét. Ezt az elvet felhasználva készültek a hővezető-képesség változásán alapuló gázmeghatározó berendezések. Természetesen nemcsak a hidrogéntartalom mérése lehetséges ilyen módon, hanem pl. a Cl_2-tartalom mérése a klórozó fehérítő-gázban, vagy pl. a He-gáz tisztaságának ellenőrzése stb.

A mérés elve a következő : négy mérőkamra közül kettő-kettő van egymással összekötve. Ezekben a kamrákban ellenálláshuzal van, melynek az ellenállása erősen függ a hőmérséklettől. Két kamrában a mérőgáz áramlik az ellenálláshuzal körül, a másik kettőben pedig az összehason-

lító gáz. Az ellenálláshuzalok Wheatstone-hídba vannak kapcsolva. A híd egyensúlya a mérendő gáz keresett alkotójának a koncentrációjától függően vele arányosan változik, mivel a gáz hővezető-képességét a mérendő alkotó erősen módosítja. A hővezető-képesség változása következtében az ellenálláshuzalok hőmérséklete különböző mértékben változik, s vele változik az ellenállásuk is. A kamrák hőszabályozó termosztátban vannak, melynek térhőmérséklete 60 C° *(1. ábra)*.



1. ábra. Hővezető-képesség változásán alapuló gázelemző vázlata
1 levegő 2 gáz

A berendezések mutatós és regisztrálós kivitelben készülnek. Impulzusaik automatikus vezérlést is lehetővé tesznek. A készülékeket a megfelelő gázalkotó mérésére kalibrálni kell. A zavaró egyéb vegyületeket a gázelegyből előzőleg megfelelő módon el kell távolítani. Sikerrel használják ezeket a berendezéseket a kohógáz H_2-tartalmának folyamatos mérésére.

2. táblázat

A hővezető-képesség alapján meghatározható gázok

Gáz	Legkisebb	Legnagyobb
	térfogatszázalék	
CO_2	0—5	0—100
SO_2	0—2	0—100
Cl_2	0—5	0—100
NH_3	0—5	0—100
CH_4	0—5	0—100

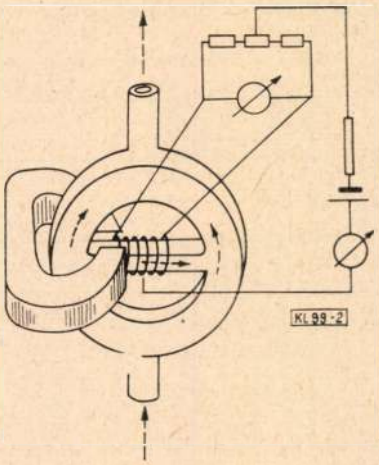
A *2. táblázatban* felsorolt gázokat lehet még gázelegyekben ilyen módon meghatározni.

A műszerek holtideje: 2 mp. Gázáramlási sebesség: 30—60 l/óra.

Gázelegyek oxigéntartalmának meghatározása

Az oxigén, az NO, az NO_2 és még két klóroxid paramágneses tulajdonságú gázok, azaz mágneses térben az erőtér hatására áramlási irányuk megváltozik. A többi gáz ezt a tulajdonságot nem mutatja. Az oxigén meghatározására szolgáló automatikus berendezések ezt a jelenséget használják fel gázelegyek oxigéntartalmának meghatározására.

A füstgázok oxigéntartalmának állandó ismerete a gazdaságos tüzeléstechnika alapvető követelménye. A kamragáz oxigéntartalma állandóan jelzi a kokszoló művi berendezések helyes működését és a megfelelő tömítési, légszigetelési körülményeket. Az oxigén előállításakor is szükséges a termelt gáz tisztaságának állandó vizsgálata. A meghatározás elvét a *2. ábra* mutatja. Egy gyű-



2. ábra. Mágneses oxigénelemző vázlata

rűben áramló gázelegyből az oxigénmolekulák nagyobb része a gyűrű közepén levő keresztirányú csövecskén áramlik át, mivel ez a cső egy mágnes pólusai között van. A csőre tekercselt fűtő ellenálláshuzal, melynek ellenállása hőre érzékeny, a körülötte áramló gáz hűtőhatása következtében lehűl. Ez a hűtőhatás annál nagyobb, minél több a gázelegyben az oxigén. Az ellenálláshuzal leágaztatással középen két részre van osztva. A két rész lehűlése nem egyenletes, mivel a bal oldali rész kapja a hidegebb gázt s jobban hűl. A két rész ellenállása így másként változik, s ez a változás hídba kapcsolt mérőrendszerrel mérhető, ugyanakkor az oxigéntartalommal arányos.

Az oxigén meghatározására szolgáló készülékek ezzel az elvvel dolgoznak. Kivitelükben vannak eltérő megoldások, de lényegükben az oxigén paramágneses tulajdonságát hasznosítják. A forgalomban levő berendezések a legkülönbözőbb méréshatárúak, annak megfelelően, hogy milyen célra szándékozzák használni őket.

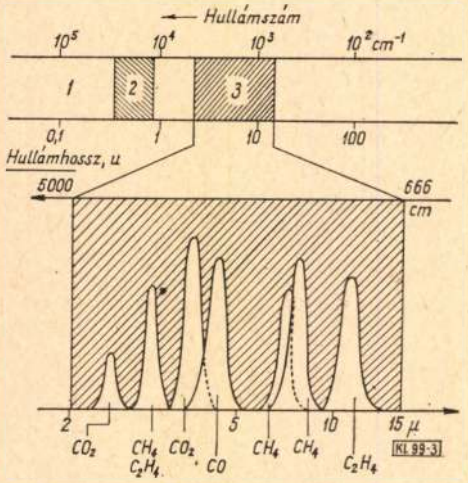
	O_2 Méréshatárok, %
Füstgáz-elemzéshez legcélszerűbb	0 — 21
Kamragáz, kohógáz oxigéntartalmának ellenőrzéséhez	0 — 2
Tisztított távgáz, kevertgáz, földgáz	0 — 1
Tiszta oxigén ellenőrzésére	90—100

Ezeken kívül a legkülönbözőbb igényeknek megfelelő méréshatárú berendezéseket lehet beszerezni. Pl. 18—21%, 20—50% O_2 stb.

Kohászati iparunk az ilyen rendszerű műszereket jó eredménnyel használja tüzeléstechnikai ellenőrző és szabályzó műszerként erőművek, Martin-kemencék és a kokszkemencék aláfűtési füstgázainak ellenőrzésére.

Gázelemzés infravörös sugárzási abszorpció mérésével

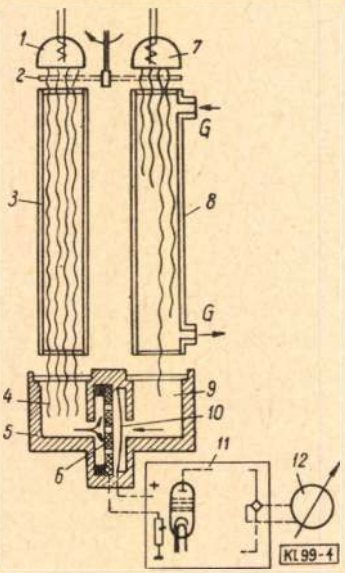
A több atomból álló gázoknak az infravörös sugárzás tartományában jellemző abszorpciójuk van. Ez az abszorpció adott berendezésben s méreteken kívül a gáz koncentrációjával arányos. Az infravörös sugárzási tartomány a kb. 2—15 μ-ig terjedő hullámhosszú sugárzási öv *(3. ábra)*.



3. ábra. Néhány gáz jellemző abszorpciós sávja az infravörös sugárzási tartományban
1 ultraibolya, *2* látható fény, *3* infravörös

Az ábra szerint ebben a sugárzási tartományban jellemző s erős abszorpciója a CO-nak, CO_2-nek, CH_4-nek, C_2H_4-nek van. Ezenkívül azonban a gázhalmazállapotú vegyületek egész sora, a nyíltláncú telített és telítetlen szénhidrogének, más szerves vegyületek stb. ilyen módon azonosíthatók.

Minden gáz tehát az abszorpcióképességének megfelelő hullámhosszon nyeli el legjobban az infravörös sugárzás alakjában a térfogatán áthaladó energiát. Ez az energiaveszteség vagy egy infravörös sugárzásra érzékeny fotocellával, vagy valamilyen abszorbeáló gáz hőmérséklet-, illetve nyomásváltozásának alapján *(4. ábra)* mérhető.



4. ábra. Az infravörös gázelemző elvi rajza
1 és *7* infravörös sugárzó adó, *2* forgó-korong, *3* összehasonlító gázt tartalmazó üvegküvetta, *4* és *9* mérőküvetta az abszorbeáló gázzal, *5* műanyag ház, *6* membrán kondenzátor, *8* a vizsgált gázt tartalmazó küvetta

Ha mindkét küvettát az összehasonlító gázzal — pl. N_2-vel — töltjük meg, a berendezés műszere nem mutat kitérést. Ekkor ugyanis mindkét mérőcella egyenlő energiát kap. Ha azonban az egyik küvettába a vizsgált gázt bocsátjuk, az áthaladó infravörös sugárzási energia egy részét a gáz abszorbeálja. Az abszorpciós hullámhossz a gázra jellemző, s az abszorpció nagysága a koncentrációnak mértéke. A mérőküvettára eső gyengített infravörös sugárzás tehát éppen az abszorpció miatt nem melegíti fel mindkét oldalt azonos mértékben. Így az egyik oldal jobban felmelegedve a membránra nyomást fejt ki. A membrán egy kondenzátor fegyverzetének távolságát változtatja s ez elektromos impulzust kelt, mely erősítőn keresztül regisztráló- és írószerkezetet működtet.

Jól mérhető ezzel a berendezéssel a gázok CO-, CO_2-, CH_4-, C_2H_2-, C_2H_6-tartalma. Használható mint folyamatos szennyezővizsgáló berendezés. A méréshatár ekkor 0—0,1%.

Ezek a készülékek különböző méréstartományban, pl. 0—5%, 0—10%, 0—20%, 0—50% és 0—100% között használhatók.

A készülékek hibája stabilis hálózati feszültségen és állandó hőmérsékleten a végkitérés $\pm$1%-a. Nagyobb hálózati ingadozáskor (10%) a hiba $\pm$3%.

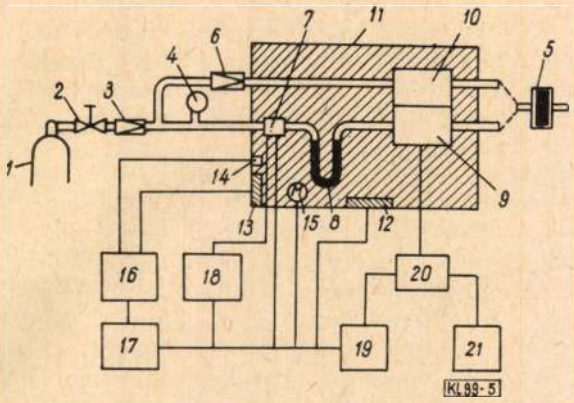
Gázkromatográfiás elemző módszer

A kromatográfiás elemző módszer a gázelegyek, könnyen gázosítható folyadékelegyek összetételének meghatározására igen alkalmas. A kohászatban nem nagyon terjedt el, mivel az előzőkben bemutatott eljárások jobban megfelelnek a kohászati követelményeknek. A kémiai ipar mind nagyobb téren használja a legkülönbözőbb összetételű szintézisgázok és termékek állandó ellenőrzésére.

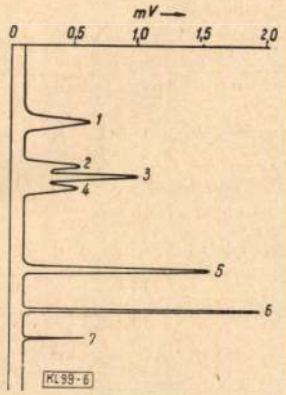
Az eljárások elve: a vizsgálandó gázelegyet valamilyen hordozó gázzal (H_2, He, Ar, N_2) adszorbeáló oszlopra visszük. Ez az adszorbeáló anyag, pl. Al_2O_3, kb. 8—10 m hosszú, 5—6 mm belső átmérőjű csőben lazán, a gáz számára átjárható módon van rétegezve. A cső többször meghajlított rendszert képez. A gáz alkotói adszorbeálódnak az oszlopon. Ez az adszorpció különböző erősségű, az alkotók kémiai tulajdonságai szerint.

Ha az adszorbeáló oszlopot a hordozó gázzal tovább mossuk, az adszorbeált komponensek kötéserejük szerint elhagyják az oszlopot s a gázzal eltávoznak. Ennek a lemosásnak az időtartama jellemző az egyes vegyületekre. Így az egyes alkotók egymástól elválaszthatók s az oszloprendszerhez kapcsolt pl. hővezető-képességi cella segítségével koncentrációmérés végezhető *(5. ábra)*. A műszerhez sok szabályzó, temperáló, állító és egyéb segédberendezés szükséges, mint azt az ábra is mutatja.

A szalagíró diagramján a gázösszetétel rögtön kiszámítható. A számításhoz a hitelesítő, ill. összehasonlító felvételt használják *(6. ábra)*.



5. ábra. Kromatográfiás gázelemzés vázlata
1 hordozógáz, *2* szelep, *3* tűszelep, *4* manométer *5* áramlásmérő, *6* kapilláris, *7* próbabevezetés, *8* adszorbens oszlop, *9* mérőcella, *10* összehasonlító cella, *11* termosztát, *12* négyfokozatú alapfűtés, *13* szabályozó fűtés, *14* hőmérő, *15* keverőmotor, *16* hőfokszabályzó, *17* hálózati csatlakozó, *18* porlasztó fűtés, *19* stabilizátor, *20* cellaszabályzás, *21* szalagíró



6. ábra. Gázkromatogramm
1 o-xylol, *2* m-xylol, *3* p-xylol, *4* etilbenzol, *5* toluol, *6* benzol, *7* levegő

Lemosáskor a kromatogramm szerint először az o-xylol távozik az oszlopról. A csúcs magassága a koncentráció mértéke. Sorban következnek a többi alkotók, egymástól jól elválasztható távolságban. Végül a levegő alkotói, az O_2 és N_2 együtt távoznak.

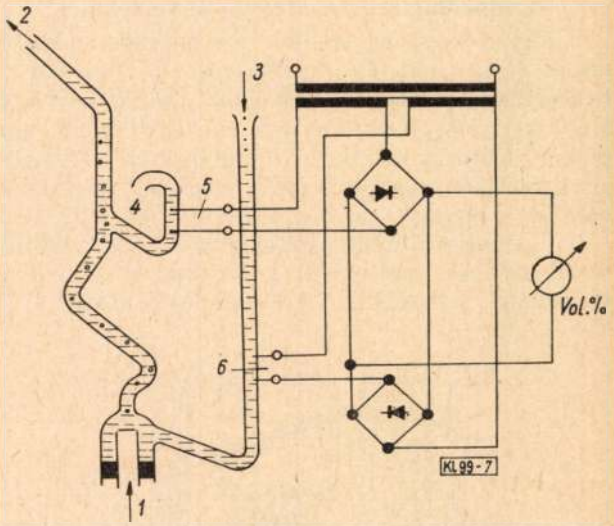
Gázszennyezők, H_2S, benzol, SO_2, NH_3 stb. meghatározása

A fizikai-kémiai mérőmódszerek az utóbbi 10 évben a kémiai elemzés minden terén elterjedtek. A gázvizsgálatokban igen nagy nehézséget okozott a rendkívül kis koncentrációjú szennyezők meghatározása. A fejlődő elektronikus méréstechnika eredményeit felhasználva a fizikai-kémiai elvek alapján olyan mérőberendezéseket készítettek, melyek a legkisebb méréshatártól, pl. 10^{-4}-%-tól felfelé a legkülönbözőbb koncentráció-tartományokban folyamatosan adnak eredményt. A kapott impulzusok szabályzókörök táplálására is alkalmasak.

A műszerek valamely oldat vezetőképességének változása, reakcióhő mérés, ill. elektródpotenciál-változás alapján dolgoznak. A mérések zavaró körülményeit, a zavaró alkotókat természetesen meg kell szüntetni, illetve el kell távolítani és a legmesszebbmenően biztosítani kell az állandó mérési körülményeket (feszültség, gáznyomás, hőfok, gázsebesség stb.).

Oldatok villamos vezetőképesség-változásán alapuló mérések

A mért gázkomponens megfelelő oldattal reagál, melynek a vezetőképessége a reakció következtében aszerint változik meg, hogy a mértből mennyi komponenst tartamazott a gáz. A mérés elrendezését s vázlatát a *7. ábra* mutatja.



7. ábra. Oldatok elektromos vezetőképességének változásán alapuló gázelemző vázlata
1 gáz bevezetés, *2* gáz kivezetés, *3* oldat bevezetés, *4* oldat kivezetés, *5* mérő elektródok, *6* összehasonlító elektródok

A gázzal beáramló alkotó, pl. a H_2S reakcióba lép az oldattal, mely az elnyelő reagenst tartalmazza. A tiszta oldat vezetőképességét a beömlő száron levő két platinaelektród között mérjük. Az oldat lassan áramlik előre, érintkezik a gázzal s lassan kicsepeg a rendszerből. A kifolyó részen van a másik elektródpár, mely a megváltozott oldat vezetőképességét méri.

A két elektródpár között levő oldat vezetőképességének különbsége az oldat H_2S-tartalmának mértéke. Kis koncentrációkra a $CdCl_2$-oldatot, nagyobb koncentrációk mérésére Cr_2O_3 kénsavas oldatát használják elnyelető oldatként.

A H_2S-en kívül megfelelő reagenssel valamely gázelegyben sok más vegyületet meg lehet hasonló módon határozni. Ezek az eljárások a kis koncentrációjú szennyezők meghatározására használhatók. Így lehetséges a gázból a H_2O, SO_2, CO_2, NH_3, PH_3, AsH_3, Cl_2, $COCl_2$, HCN, CS_2, valamint más organikus kénvegyületek meghatározása.

A berendezések mutatós és regisztráló kivitelben készülnek, impulzusok adására s így szabályozásra is felhasználhatók. Egyes gázokra a *3. táblázatba* beírt méréshatárok szerint készülnek műszerek.

A folyadék és a gáz áramlási sebességét messzemenően állandó értéken kell tartani. A gázsebesség, a méréshatár és a mérendő alkotó szerint 5—20 l/óra.

3. táblázat

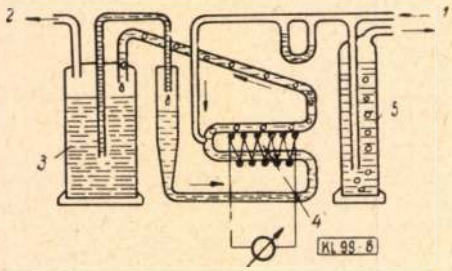
Villamos vezetőképesség-változással mért gázok méréshatárai

Gáz	Legkisebb mérési tartomány	Legnagyobb mérési tartomány
	mg/m³	g/m³
H_2O	0— 20	0—20
SO_2	0— 5	0—14
CO_2	0—100	0—10
H_2S	0— 5	0— 5
NH_3	0— 50	0—10

Termokémiai elven alapuló berendezések

Egyes kémiai reakciók jól mérhető hőfejlődéssel játszódnak le. A fejlődött hő mértéke a reakcióban résztvevő anyagok mennyiségének. Meghatározott körülmények között tehát egy reakció folytán keletkező hőmennyiség a reagáló anyagok mennyiségétől függ, vagyis a reakcióhő mérésével mennyiségi meghatározást lehet végezni.

A keletkező hőmennyiséget a rendszer hőfokemelkedésének mérésével követjük, ezt hőelemsorozattal biztosítjuk. A berendezés elvét a *8. ábra* mutatja.



8. ábra. Termokémiai elven dolgozó gázelemző vázlata.
1 gáz bevezetés, 2 gáz kivezetés, 3 oldat, 4 hőelemsor, 5 nyomásszabályozó

A mért alkotó az átbuborékolással reakcióba lép az oldatban levő reagenssel. A hőelemsor egyik oldala a reakcióhőtől függően felmelegszik. Az így keletkezett feszültségkülönbséget a voltmérő regisztrálja, egyúttal felerősíthető és jeladásra használható. Az oldat újra visszajut a rendszerbe, vagyis egy oldat sokáig elengedő.

Ilyen módon mérhető valamely gázból az O_2, CO_2, SO_2, H_2S, ill. H_2O szennyező. A méréshatárokat a *4. táblázat* mutatja.

4. táblázat

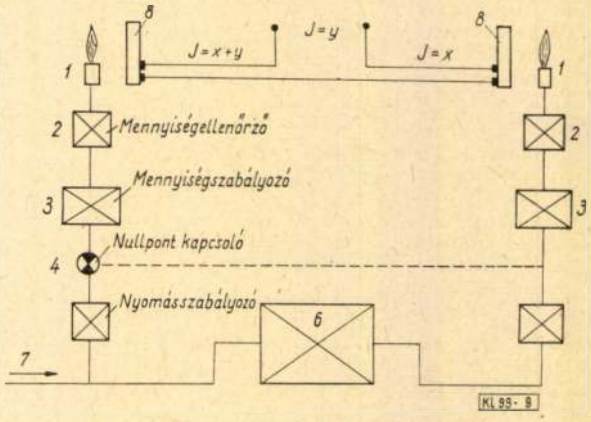
Hőfejlődés útján mért gáztartalom méréshatárai

Gáz	Legkisebb mérési tartomány	Legnagyobb mérési tartomány
	g/m³	
O_2	0— 1,5	0— 15
CO_2	0—20	0—200
SO_2	0—30	0—235
H_2S	0— 0,5	0— 5
H_2O	0— 2,5	0— 25

Az egyes alkotók meghatározásához különkülön elnyeletű folyadék szükséges. A gáz áramlási sebessége 1—20 l/óra. A berendezések hibája átlagban a végkitérés.

Benzol meghatározása kamragázból

A kamragáz benzoltartalmú. Ezt a benzolt megfelelő eljárással kivonják a gázból s finomítva, illetve tovább feldolgozva fontos alapanyag a vegyiparban. A kamragáz benzoltartalmának folyamatos mérése a benzolkinyerési eljárásnak ellenőrzéséhez fontos, másrészt az eltávozó gáz benzoltartalmának ismerete a további gáztisztítási eljárások szempontjából lényeges. A benzol meghatározása a régi módszerekkel lassú, időtrabló művelet. A műszeres ellenőrzés nagy segítség ezen a téren. A meghatározás azon alapszik, hogy a benzoltartalmú gáz meggyújtva világító lánggal ég [6]. Ez a jelenség a benzoltartalom függvénye. A benzolmentes gáz lángja csaknem színtelen. A két láng fénykiváltását mérő fotocellák egymással szemben vannak kapcsolva. A fotocellák fotoáramának különbsége a benzoltartalom függvénye. A berendezés elvi vázlatát a *9. ábra* szemlélteti.



9. ábra. Benzolmeghatározó elvi vázlata
1 égők, 2 mennyiségellenőrző, 3 mennyiségszabályozó, 4 nullpont-kapcsoló, 5 nyomásszabályozó, 6 benzolszűrő, 7 gáz bevezető, 8 fotocella

A készülékbe lépő gáz kétfelé oszlik. A benzoltartalmú gáz a nyomásszabályzón keresztül jut a nullpont-kapcsolón át a mennyiségszabályzókba, majd innen egy ellenőrző műszeren keresztül az égőbe. A berendezést többféle mérőhatárral pl. 0—3 g/m³, 0—6 g/m³, 0—40 gm/³ hozzák forgalomba.

Fentiekben ismertettem az elemzési módszerek újabb irányait, melyek automatizálhatók, s így a kohászatban előnyösen felhasználhatók.

IRODALOM

[1] *Dr. Török Tibor :* Spektrometerek hazai bevezetésének szempontjai és lehetőségei. Kohászati Lapok 1962. 2. sz.
[2] *Paksy László :* Az emissziós színképelemzés jelentősége a vaskohászatban. Kohászati Lapok. 1962. 2. sz.
[3] *Dr. Veszprémy Barna :* A színképelemzés gazdasági jelentősége az acéliparban. Kohászati Lapok. 1962. 2. sz.
[4] *Szikora Gizella :* A spektroszkópos anyagvizsgálat szerepe a vas- és acéliparban. Kohászati Lapok. 1962. 2. sz.
[5] Hartmann és Braun A. G : Elektrische und Wärmetechnische Messungen. 1959. (Katalógus).
[6] Ados G.M.B : Wärmetechnische Messgeräte (Katalógus).

Az európai acélpiac 1962-ben

Az Egyesült Nemzetek Szervezete 1957 óta évenként adja ki az Európai Gazdasági Bizottság Acélbizottsága útján meghatározott felépítésű jelentését. Alapját a negyedévenként kiadott statisztikai adatok, valamint a bizottságban működő országok jelentései képezik. A jelentést az Acélbizottság a tárgyi évet követő két ülésszakon vitatja meg, a vita figyelembevételével az Európai Gazdasági Bizottság (EGB) állítja össze a végleges szöveget és adja ki tájékoztatás céljából. A jelentés a tárgyalt évet követő év végén jelenik meg, ami késedelmesnek tűnik, de nem rövid időszakra terjedő statisztika csupán, hanem az acél termelését, forgalmát befolyásoló tényezők kritikai vizsgálata, az adott évben az egyes országokban végbement kapacitás változások hatásának értékelése s bizonyos távlati következtetések levonása.

A jelentés nyolc fejezetre oszlik, 49 táblázattal és 4 diagrammal 130 sűrűn gépelt oldalon tárgyalja a témát.

Az első fejezet a világ acélpiacának irányaival foglalkozik. A nyersvasnak és nagyolvasztói ferroötvözeteknek világtermelése — az 1959 óta észlelt irányzatnak megfelelően — tovább növekedett és elérte a 269 millió tonnát. A növekedés 1961. évhez képest 3,3% ami kisebb az 1960. és 1959. évi 15,5, illetőleg 11,5%-nál. 1958—1961 közt az emelkedés 35% volt. A négyéves időszakban a legnagyobb emelkedés SZU-ban volt, 15,7 millió, Japánban 10,7 millió, Nyugat-Európában 10,2 millió t.

Hasonló irányzatú az acél termelése, mely 1962-ben 368 millió t, az előző évi 359 millió tonnával szemben. Az 1961. évi 3,8%-os, az 1962. évi 2,4%-os növekedés lényegesen kisebb az 1959. évi 11,2%, és az 1960. évi 13,5%-kal szemben. A 9 millió tonnás többletből a SZU-nak 5,5 millió t a termelési többlete, a kelet-európai államoké 2 milló t.

A jelentés az acéltermelés alakulását az ipari államok teljes ipari növekedésével hozza összefüggésbe. A növekedés az előző évekhez képest az államok többségében lassúbb az előző évekénél, Bulgáriában, Kanadában, Franciaországban, Hollandiában, SZU-ban és az USA-ban az ipari termelés nagyobb az átlagnál, utóbbiban az 1961. évinél kisebb. Az országok többségére inkább csökkenés vagy igen csekély mérvű növekedés jellemző. A kelet-európai országok között a SZU-ban és Bulgáriában az ipari növekedés mértéke erősebb, a többinél gyengébb. Az acélfogyasztás Angliában határozott csökkenést mutat, a nyugati országok többségében gyengébben csökkenő irányú, a keleti országok acélfogyasztása egyenletesen növekvő. Az 1962. évet, a nyugati országok többségét az acélkínálat és kereslet közti egyensúlyhiány jellemezte, s ezt egyrészt a termelési kapacitás feleslege, másrészt a rendelések kiadásában tapasztalt határozatlanság okozta.

Az acélnak világkereskedelme 1962-ben 41,9 millió tonnát kitevő új csúcsra emelkedett, ennek kb. 66,5%-át Nyugat-Európa szállította. A legutóbbi évekhez képest ez utóbbi arányszám a legkisebb, Kelet-Európa, Ausztrália és Japán szállításainak emelkedése miatt. Megjegyzése, hogy az acélkereskedelem növekedése az acélárak csökkenő irányzatával éles versenyfeltételek mellett ment végbe.

A második fejezet a fogyasztás és kereslet alakulását tárgyalja. Az 1962. évben számos európai országban, az USA-ban és Japánban az acélpiacot újból az általános gazdasági fejlődés és a készacéláru iránti kereslet közti kiegyensúlyozatlanság jellemezte. Az előző évek fejlesztéséből származó többletkapacitás miatt ellentétek jelentkeztek, növekedett a verseny a világpiacon és hazai piacokon egyaránt, estek az exportárak, amire a beruházások korlátozása kezdődött el. Ez az irányzat nem egyszerre következett be s nem egyforma méretekben. Érezhetőbb lanyhulás az év közepén kezdődött.

Az ellentéteket a jelentés rövid és hosszú lejáratú befolyásoknak tulajdonítja. A rövid befolyások közé sorolja a kapacitásfelesleget, amely a szállítási határidők rövidülésében, árcsökkenésben érezteti hatását. A másik rövid befolyású ok az acélfelhasználó iparágak átmeneti forgalomcsökkenése, amely ezenfelül ezen ágak acélkészletének szándékos csökkentését is maga után vonja. Ezt a két tényezőt a termelők a kapacitásnak a kereslethez való arányításával igyekeznek kiegyensúlyozni.

A hosszú lejáratú befolyások a következők :

a) az acéltermékek mechanikai tulajdonságainak javulása, mely a fogyasztás csökkenésében nyilvánul meg,

b) a vasszerkezetek és gépek gyártásában mindinkább a könnyebb kivitel a cél az *a* pontban jelzett mechanikai tulajdonságjavulással összhangban, továbbá könnyebb fajsúlyú anyagok használata miatt.

c) általános lett a racionalizáltabb, automatizált és nagyobb termelékenységű berendezések építése.

d) a beruházások arányos csökkenése a berendezések jobb kihasználása következtében, ami az acélszükségletet is kisebbíti,

e) sok nyugati acélfelhasználó iparágban erősebben nő az acéllal versenyben álló anyagok (alumínium, műanyag, cement, üveg stb.) felhasználása,

f) az ipari fejlődés bizonyos fokán a kevésbé acéligényes ágak jutnak túlsúlyba.

A hosszú lejáratú tényezők erősebb befolyása már jó ideje tart és folytatódik. A vaskohászat megfelelő ellenintézkedésekkel igyekszik ezt közömbösíteni, pl. új termékekkel, termelési költségek csökkentésével stb. Nyilvánvaló, hogy ez befolyásolni fogja az acélpiac szerkezetét és a termékválasztékot.

A SZU-ban és a népi demokratikus országokban az acél termelése és fogyasztása tovább növekedett. Az egy lakosra eső acélfogyasztás átlagosan 6%-kal nőtt s 1962-ben 315 kg-ot tett ki. A legnagyobb növekedés Bulgáriában (20%) és Romániában (18%) volt. A nyugati országokban a fejadagfogyasztás az 1961. évivel azonos szinten, 1962-ben 266 kg volt, ami 1960-hoz képest (272 kg) 2%-os csökkenést jelent.

A fogyasztásban beállott csökkenés a nyugati országokban az egyes főfogyasztóágak számsoraiban jut kifejezésre. Kivétel csupán az autógyártás Ausztriában, Franciaországban, Angliában és az NSZK-ban. Az 1961. évi átmeneti visszaesés után javult az autók iránti belföldi és export kereslet, de ez nem arányos mértékben hatott az acélkeresletre, mert az autógyártás a könnyebb súlyú, valamint a kisebb típusok felé tolódott. Erősen nőtt 1961-hez képest az autóexport. A hajóépítésben az acélszükséglet enyhén nőtt az országok többségében ; Hollandia, Lengyelország és Anglia hajóépítése visszaesést mutat. A SZU-ban és a népi demokráciákban az acélfogyasztás folyamatosan nőtt.

A harmadik fejezet a külkereskedelem alakulását tárgyalja. Az előző fejezetben említett — acélkereslet és termelés közötti — diszparitás növelte a világpiaci versenyt, de az országok egy részében a belső ellentétet is. Ez alól kivétel a SZU és a népi demokratikus országok. Közvetlen következménye az export árak csökkenése. Az exportáló országok egy része viszonylag alacsony árakon szállított, mások szűkítették a szállítást. Mindettől eltekintve a világ teljes kereskedelmi forgalma új csúcsot ért el 1962-ben 41,9 millió tonna kész és félkész acéláruval. Ez 7,6%-kal több az 1961. évinél. Bár az acéláruk forgalma az utóbbi öt évben állandóan nőtt, az 1962. évi forgalomban a nagyobb kínálat és az árak csökkenése is erősebb hangsúlyt kapott.

A nyugat-európai országok közül Franciaország, Anglia és Nyugat-Németország acélexportja csökkent. Nyugat-Európa exportjának részesedése az 1961. évi 72,4%-ról 66,5%-ra, 1955. év óta a legalacsonyabb értékre csökkent, aminek oka a SZU, a kelet-európai országok, Japán és Ausztrália nagyobb exporttevékenysége. Nyugat-Németország bár 2%-ot csökkent a kivitele, mégis 81,1 millió tonnával a világ legnagyobb acélexportőre maradt, részesedése a világexportban közel 20%.

Legnagyobb mértékben nőtt 2,2-ről 3,8 millió tonnára Japán acélexportja, vagyis 70%-kal. Rendeltetési helyek szerint a távol-keleti országokba, SZU-ba, Nyugat-Európába, és Észak-Amerikába irányuló többletszállítása figyelemreméltó.

Ausztrália 1962-ben megháromszorozta exportját 1961-hez képest. A két távol-keleti ország a világ acélexportjának közel 11%-át bonyolítja.

SZU, Csehszlovákia, Lengyelország és Magyarország a világexportban együttesen 16,5%-kal részesedett.

A nyugat-európai szén és acélközösséghez tartozó országok egymás közti forgalma 6,1%-kal nőtt; a közösségen belül Franciaország és az NSZK egymás közti forgalma a teljes forgalom 30%-át tette ki. A közösségnek külső piacokkal folyó forgalma 7,6%-kal volt kisebb az előző évinél. Említésre méltó, hogy Anglia a közösségnek kétszer annyit szállított, mint amit onnan behozott.

A tanulmánynak az európai országok közti acélkereskedelmére vonatkozó kimutatása szerint Magyarország exportja a kelet-európai országokba 327 ezer tonnát, a nyugat-európai országokba 172 ezer tonnát tett ki, importja a nem közölt csehszlovák szállítás nélkül is 243 ezer tonna volt 1962-ben.

A nyugat-európai országok tengerentúli exportja 3,6—32%-kal csökkent, legkevésbé Belgium—Luxemburgé, legerősebben Nyugat-Németországé és Angliáé, ugyanakkor a SZU 25, Lengyelország 67%-kal növelte tengerentúli szállításait az előző évhez viszonyítva. A távol-keleti országokban Japán tengertúli exportja 70%-kal volt nagyobb.

A negyedik fejezet az európai vaskohászati termelést részletezi. Nyersvasból 1962-ben a nyugati országok termelése 3%-kal kisebb volt, a csökkenés oka az egyes országokban igen különböző (Angliában 7,2%, az NSZK-ban 4,6%), míg Olaszországban 16%-kal volt nagyobb. A kelet-európai országokban 8,7%-os növekedés volt, amelynek zömét a SZU emelkedése jelentette. Figyelemreméltó Románia 37,5%-os termelés bővülése.

Nyersacélból az egész európai termelés 2,6%-kal volt nagyobb az előző évinél (5,3 millió t). A növekedésben a kelet-európai országok 7,5 millió t többletet mutatnak, míg a nyugat-európaiak termelése 2,2 millió t-val csökkent. A kelet-európai országok nyersacéltermelése 1962-ben meghaladta a 100 millió tonnát, ezzel erősen megközelítette a nyugat-európai országok 104 milliós szintjét. A növekedés 8%.

A nyugateurópai országokban az oxigénes acélgyártó eljárások részaránya az 1959. évi 2,7%-ról 6%-ra emelkedett a többi, hagyományosnak tekinthető eljáráshoz képest. Hollandiában 51,4%, Ausztriában 61,6%, Svédországban 12%, az NSZK-ban 5,2%-ot tesz ki az újabb acélgyártó eljárásnak részaránya. Japánban 57,6%-kal 8,4 millió tonnára nőtt az oxigénes eljárással termelt acél mennyisége.

Hengerelt áru termelésének mennyiségében ugyanaz az irányzat, mint a nyersacél termelésében, a termelés választéka a finomlemezek és abroncsacél felé bővült a nyugati országokban, a keletiek választéka hozzávetőleg állandó, a finomlemez termelésnek enyhe növekedésével.

A hengerelt áruhoz hasonló a helyzet az acélöntvény és kovácsolt áruban.

A Szovjetunió csőtermelése 8%-os növekedéssel erősen megközelítette a 7 millió tonnát s ezzel első ízben túlhaladta az USA csőtermelését. 14, illetőleg 10%-kal ugyancsak erős Románia és Lengyelország csőtermelésének bővülése. A nyugat-európai országok 1,4%-kal növekedett csőgyártása 6,2 millió tonnát tett ki.

Az ötödik fejezetében igen részletesen foglalkozik a tanulmány az árak alakulásával. A befolyásoló tényezőknek sokasága miatt a kérdést öt évnek fejlődésében igyekszik bemutatni, s az exportárak 10—25%-os esését az alábbi magyarázattal igyekszik megvilágítani: 1958. évben bekövetkezett konjunkturális visszaesés után a következő években az acélárakat a növekedő versenynek megfelelően felül kellett vizsgálni, 1961-től kb. 75 millió tonnát kitevő kihasználatlan kapacitás jelentkezett, amelynek jellege a II. fejezetben említett befolyásoló tényezőkből származott (műsz. fejlesztés, gyártmányok tulajdonságainak javítása stb.). Erősebben jelentkezett az acélt pótló anyagok versenye, amelyre az acélpiac csökkent rugalmassággal tudott csak reagálni. Az éles verseny az acéláraknak csökkenését okozta, s ez a belföldi piacokon kevésbé, az exportban élesebben éreztette hatását.

A hatodik fejezetben a tanulmány az európai vaskohászat kapacitását taglalja. Mint azt a II. fejezet már említette, a kapacitás növekedése gyorsabb ütemű volt az acél keresleténél. A termelés csökkentése — mint ellenszer a kereslet csökkentésre — a termelők részéről rövid lejáratú intézkedés. Néhány országban észrevehető volt ezzel szemben, hogy az előirányzott és a termelést is növelő beruházásokat változatlan ütemben folytatták, a korszerű új berendezéseket üzembe helyezték, illetve tartalékolják.

Anglia vaskohászata 1962-ben 14%-kal csökkentette beruházásait, 1963-ra az utóbbi évekre előirányzott program befejezése miatt azok még kisebbek lesznek. 1962-ben megemlíthetőbb új létesítmények voltak: két új szélesszalagsor, három folyamatos öntőmű, különféle martinművi korszerűsítés, öt új, illetve korszerűsített hengermű, több új elektrokemence részben Martin-kemencék pótlására. Az új tervek inkább a korszerűsítés, a kihozatal növelését vannak hivatva szolgálni.

Belgiumban az 1961. évihez képest 11%-kal nagyobbak az 1962. évi beruházások s főleg a nyersacélgyártás, hengerlés és kikészítés korszerűsítését célozták. Az acélgyártásban mind nagyobb teret kap a (pneumatikus) oxigénes eljárás. Gand közelében új, teljesen vertikális korszerű mű építését tervezik LD-acélművel, szélesszalag meleg és hideg hengerművel.

Franciaország vaskohászata többet ruházott be az 1962. évben, mint az előzőben. A Dunkerque-i teljesen vertikális nagy kapacitású új kohómű szolgálatba állítása a legkorszerűbb berendezésekkel megkezdődött.

Az *NSZK* vaskohászatának termelési kapacitása 1962-ben kb. 1 millió tonnával nőtt, bár a beruházott összeg az előző évinél némileg kisebb. Figyelemreméltó az oxigénes acélgyártó és hengerművi berendezésekre fordított összeg növekedése.

Olaszország folytatta kapacitásának növelését, amely 1962-ben meghaladta a 10 millió tonnát.

Ausztriában a stájerországi üzemeknek földgázzal való ellátásán kívül különösen a nemesacélgyártás berendezéseit korszerűsítették.

Svédország acéltermelő kapacitása évi 4,3 millió tonnára nőtt, acélgyártásának különleges jellegét jellemzi, hogy új villamoskemencéket, folyamatos öntőművet, és rozsdaálló acélokat hengerlő új berendezéseket állított be 1962-ben.

Jugoszlávia kohászatának korszerűsítésére ipari beruházásainak 10%-át fordította. Új villamosolvasztó létesítésén kívül, cső- és idomacél-, valamint lemezhengerműveit bővítette.

Csehszlovákiában az 1961. évihez képest 10%-kal növekedett a kohászat beruházása. Nagy összegeket fordított a kassai új acélgyár építésére, a többi művekben a hengerlés, kikészítés, valamint szállítás tökéletesítését célozták a beruházások.

A *magyar* fejlesztésből kiemeli a DV hengerművi, az ózdi acélművi, és a salgótartjáni szalaghengerművi beruházásokat.

Lengyelországban az 5,6 milliárd zlotyt kitevő beruházás 37%-a Nowa-Huta fejlesztésére szolgált. A kohászat egészében a hengerművi fejlesztés 35,6%, az acélgyártás bővítése 16,5%-kal szerepel. A Nowa-Huta-i oxigénes acélmű üzembelépése 1964-, illetve 1965-re várható.

Románia vaskohászatát az 1965-re előirányzott 3,6 millió tonna szint elérése érdekében erősen fejleszti. A nyersvas és acélgyártás bővítése mellett sok hengerművi, csőgyári és drótgyártó berendezés létesült. A galaci nagy mű építése erős ütemben halad.

A *Szovjetunió* 1962-ben 24,9%-kal többet fordított vaskohászatának beruházásaira, mint 1959-ben. Négy nagy űrtartalmú nagyolvasztó, nyolc nagy teljesítményű Martin-kemence, több villamoskemence, nagy

teljesítményű blokksorok, buga és profilsorok léptek üzembe. A csőgyártás erősen növelte teljesítményét, két nagy kapacitású új csősorozat létesült. Ugyanolyan nagy mértékű volt a vasércbányászat, dúsítás, valamint a zsugorító művek kapacitásbővítése a legkülönbözőbb helyeken. A nagyolvasztók térfogatkihasználási együtthatója átlagban 0,730-ra, a fajlagos kokszfogyasztás átlaga 785-ről 665 kg-ra csökkent. Hatvannál több nagyolvasztóban használnak földgázt, több üzemben nehézolajat fújnak be. A Martin-kemencék napi termelése a fürdő négyzetméterére vonatkoztatva átlagban 8,35 tonna, oxigént is használó kemencéké a 11 tonnát közelítette meg. Hengerelt rúdáru és csövek gyártásában folytatták a gyártási eljárások tökéletesítését.

A fejezet befejezéseként a tanulmány áttekintést ad az európai acéltermelésről és becslést a várható kapacitásról, ez egyszerűsített alakjában az alábbi :

az előirányzott kapacitás millió t

	1958	1961	1962	1963	1965
Nyugat-Európa	86 670	108 011	105 956	130646	150 180
SZU és Népi demokráciák	72 302	93 449	100 926	107 506	128 600
Összesen	158 972	201 460	206 891	238 152	278 780

A tanulmány hetedik fejezete a vaskohászat alapanyagaival foglalkozik s bevezetőben megállapítja, hogy 1962-ben a nyersanyagkínálat kielégítő volt. A vaskohászati termékek keresletének csökkenése kihat a nyersanyagokkal való gazdálkodásra is, az érintett vállalatok nemcsak a termékek önköltségét igyekeznek csökkenteni, de a nyersanyagokkal is takarékoskodnak.

A nagyolvasztói koksz fogyasztásának csökkentése érdekében az ércelegyet tökéletesebben készítik elő, számos országban növekvő mennyiségben fújnak a nagyolvasztóba szénhidrogéneket. (Franciaországban 1962-ben 148%-kal több olajat használtak erre a célra. Angliában tonnánként 5 kg-ot a teljes nyersvastermelésre számítva, ezenkívül ugyanerre a célra oxigénből az 1961. évinek 8,7 szeresét.)

A nyugati országokban a belföldön termelt érc ára változatlan volt, a svéd érc ára ugyanakkor 5%-kal csökkent. Ennek egyik következményeként a nyugatnémet vasércbányákat leállították, bár főoka az, hogy termelésük drága volt s az érc vastartalmának tonnája 39,78 $ volt a svédérc 18,13, s a francia érc 11,03, illetve 17,85 $-os árával szemben. (Figyelembe veendő, hogy a német érc nehezen dúsítható, a francia ezzel szemben bázikus jellegű.)

A többi kohászati alapanyag ára hasonlóan csökkent az év folyamán. Ez különösen áll a vashulladékra, amelynek árértékelése, ha az 1961. novemberi értéket 100-nak veszik, néhány országban a következő volt : Belgium 86,1, Franciaország 57,6, NSZK 87,7, USA 69,5, Japán 76,2. Angliában a hulladékár változatlan maradt, de ugyanakkor megszüntették az exportkorlátozásokat, 1962-ben 1,1 millió tonna hulladékot exportáltak az előző évi 30 ezer tonnával szemben.

A megnövekedett konkurrencia miatt a nyersvas árak is csökkentek.

Az egyes alapanyagok termelését, kereskedelmi forgalmát, és fogyasztását a tanulmány országok szerinti táblázatokban közli. Kokszból a nyugati országokban a termelés és a kereskedelmi forgalom is kisebb volt. Ebben azoknak az új eljárásoknak is része van, melyek a nagyolvasztók fogyasztását csökkentik. Kelet-Európa termelése és fogyasztása folyamatosan emelkedik.

Bár az árak csökkentek a világ teljes vasérctermelése mégis emelkedik, az országok legnagyobb része gazdag ércféleségeket importál saját — szegényebb — érceik felhasználásának rovására. A SZU-ban az érc termelése kb. 11 millió tonnával közel 9%-kal emelkedett. Az országok többségében a zsugorításba vont ércek mennyisége nőtt, a zsugorított érc teljes mennyiségével együtt. Legnagyobb a növekedés a SZU-ban, ahol a zsugorított érc mennyisége az előző évhez képest 9 millió tonnával 83 millió tonnára nőtt.

A nyugat-európai országok zömében a nyersvas fogyasztása csökkent, csupán Belgiumban és Olaszországban nőtt. Ferroötvözetekben hasonló a helyzet.

Az oxigénes acélgyártás és nagy oxigéngyáraknak létesítése a kohászat más ágaiban, a Martin-acélgyártásban és a nagyolvasztóban is növelte az oxigén használatát. Megfelelő adatot csak Olaszország és Anglia szolgáltatott. Az elsőben nyersvasgyártásra az 1961. évinek 4039-szorosát, Angliában 873 szorosát használták 1962-ben.

A nyolcadik fejezetben a tanulmány megkísérli a jövő fejlődését vázolni, az 1963. év első felének már rendelkezésre álló adatai alapján. Nyugat-Európában az irányzat közel azonos az 1962. évivel. Gazdasági tevékenység némileg növekvő irányú.

SZU és a népi demokráciák növelt előirányzataikat teljesítik. Megállapítja az előrebecslés, hogy itt nem csupán a mennyiség kielégítésére, hanem a minőségben növekvő követelményeknek és a termék választéknak bővítésére is törekszenek, vagyis a vaskohászat nem csupán a tervekben előírt feladatokat igyekszik teljesíteni, hanem az acélfogyasztó iparok különleges kívánságait is.

Szele Mihály

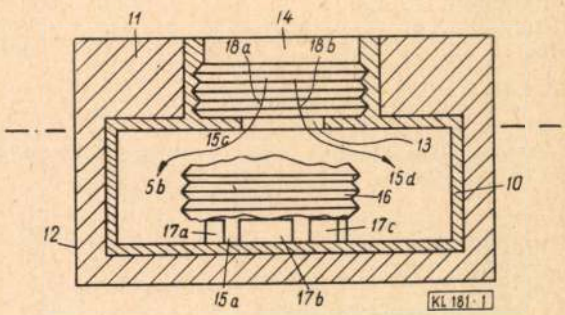
Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar lajstromszám : 151 150.

Eljárás öntött tűzálló idomtestek előállítására. *Bánhidy Tibor* vegyészmérnök, *Romwalter Alfréd* kohómérnök és *Vörös József*. Bejelentés napja: 1962. február 21.

A korundból ömlesztve készített formaöntvényekben a tűzálló anyag nagy olvadáspontja, hőtágulási együtthatója és ridegsége miatt lehűlés közben feszültségek keletkeznek. Ezek a formaöntvényre kisebb-nagyobb mechanikai és hőigénybevételt fejtenek ki és emiatt gyakori a repedés. A repedés azonban nem mindig azonnal keletkezik, hanem később, a szállításkor, sőt a beépítéskor is okozhat kellemetlenségeket. A találmány szerint homogén tűzálló anyagból repedések nélkül lehet ömlesztéssel előállítani az idomtesteket. Az új eljárás alapja az a gondolat, hogy az idomtest közepéből nagy kapacitással hőt vonnak el és



ennek következtében az öntvény közepe felé irányuló hőáramlás keletkezik. Az öntvény közepébe előre behelyezett betét célszerűen magából a tűzálló idomtest anyagából készül, így a hőtágulási együtthatók azo-

nossága eleve biztosítható. Célszerű továbbá a betét felületét egyenetlenné tenni, mert a megnövelt felülettel nő a hőátadás sebessége is. Az öntvényteret az ábrában látható módon a kötőanyaggal kötött homokból készült *10* bélés határolja. Ezt a *11* homokréteg és a *12* vaslemezburkolat veszi körül. Az ömlesztett tűzálló anyagot a *13* nyíláson juttatják az öntvény terébe. A *16* betétet a forma legkésőbben megdermedő, legvastagabb részében helyezik el. Az ábrán jól látható módon a betét az előző öntésből származik, mégpedig a felöntésterében megdermedt anyagból. Ez a körülmény igen megnöveli az eljárás gazdaságosságát, mert a betét tulajdonképpen a selejtből készül. A betét súlya a kész kádkő súlyának 0,1—0,5 része. Egy vagy több betéttel olyan tömör szerkezet alakul ki a kádkőben, hogy a mikrokristályos szerkezetű részek aránya az eddigiekhez viszonyítva 30—70%-kal növekszik, ami kb. 10%-ig terjedően növeli a kádkő térfogatsúlyát.

Stiller Ottóné

Műszaki és gazdasági hírek

Az eddig üzemben és építés alatt álló *Kaldo kemencék*

Építés éve	A gyár neve	Helye	A kemence		A hűtő hozag	A termelt acél
			db száma	befogadó képességet		
1956	Domnarfvet	Svédország	1	30	érc	lemezhuzal
1960	Sollac Seremange	Franciaorsz.	1	130	hulladék	mélyhúzó lemez
1961	Oxelősund	Svédország	2	120	hulladék, érc	durva lemez
1962	Sharon	USA	2	135	hulladék	szénacél, ötv. acél
1964	Park Gate	Anglia	2	80	hulladék, érc nyersvas	szénacél, ötvözött acél
1964	Consett	Anglia	2	120	hulladék, érc	kemény acél
1964	Shelton	Anglia	2	50	hulladék	ötvözött acél
1964	Norrbotten	Svédország	1	60	érc	finom lemez
1965	Domnarfvet	Svédország	2	70	érc	lemez huzal
1965	Stanton	Anglia	1	70	hulladék, érc	különleges öntödei nyersvas
1965	Sanyo	Japán	2	60	hulladék, érc	szénacél

St. u. E. 1964. 4. sz.

*

NSZK-ban az ipar *alumínium felhasználása* %-ban 1960—62. években

Felhasználási cél	1960	1961	1962
Közlekedés	24,7	25,1	24,7
Gépipar	11,2	10,9	10,2
Villamosipar	15,4	16,2	17,5
Építőipar	6,2	6,5	6,7
Vegyipar, élelmiszeripar, mezőgazdaság	3,2	2,7	2,8
Csomagolás	8,7	8,8	9,6
Háztartási cikk	4,0	3,5	3,4
Vas-és acélipar	4,8	4,8	4,8
Fémpor-gyártás	1,1	1,1	0,8
Fémtárgyak	5,3	4,9	4,9
Export	8,8	9,8	10,9
Egyéb	6,6	5,7	4,7

Metall 1964. 1. sz.

*

A **kapitalista államok** *rézércbányáinak* kihasználása 1963-ban, %-ban

USA	91
Kanada	83
Chile	89
Peru	99
Többi dél-amerikai állam	86
Észak-Rodézia	90
Katanga	90
Többi afrikai állam	100
Európa	90
Japán	93
Többi ázsiai állam	99
Ausztrália	90
Tőkés államok együtt	89

Aluminium 1964. 1. sz.

*

Gyorsingahengersorral *egyetlen szúrással* hengerlik a *fémszalagokat*, melyhez ezelőtt legalább 10 szúrásra volt szükség. A hengerlendő fémet két kis munkahenger közé fogják, mely percenként 800 előre, hátra mozgást végez. Ezalatt a méret 27 : 1 viszony szerint csökken réz és 12,5 : 1-re titán hengerlésekor. Ez a munkamód a hőkezelést, pácolást és tisztítást megtakarítja.

Metall 1964. 1. sz.

*

Svájc *alumínium felhasználása* 1961—62. években t-ban és %-ban.

	1961		1962	
	t	%	t	%
Közlekedés	4081	9,5	4 494	9,8
Gépipari szerkezet	9069	21,2	11 747	25,6
Villamosipar	6485	15,1	6 612	14,5
Építőipar	9527	22,1	9 384	20,4
Vegyipar, élelmiszeripar, mezőgazdaság	470	1,1	554	1,2
Csomagolás	6319	14,7	6 348	13,9
Háztartás és irodaberendezés	2572	6,0	2 422	5,3
Fémporgyártás	100	0,2	100	0,2
Vas-és acélipar	307	0,7	295	0,7
Egyéb fémfeldolgozó ipar	1587	3,7	1 276	2,8
Egyéb	2447	5,7	2 537	5,4

Aluminium 1964. 1. sz.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 7. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Л. Сёке : **Проблемы производства исходных материалов труб в Венгрии и новые тенденции производства** ..... С 305

Марки произведенных сталей. Проблемы исходных материалов. Причины присутствия включений в неспокойных блюмов бутылкообразной формы. Недостатки успокоенных блюмов круглого сечения, и опыты, проводившиеся по их исключению, особенно с точки зрения снижения объема раковин и улучшения выхода трубозавода. Влияние новых технологий производства стали на улучшение качества.

Э. Балаж : **Расчеты боковой теплоизоляции ванн для электролиза алюминия** ..... С 313

Конструкция боковой футеровки катода является важным фактором эффективности ванны. При соответствующем выборе боковой теплоизоляции можно сократить расстояние между анодом Седерберга и боковым угольным поясом. Расход тока овразующейся таким способом ванны снижается, и количество металла увеличивается.

И. Мартин : **Плавление в вакууме, как новый способ производства сталей при производстве высококачественных сталей и специальных сплавов** ..... С 316

Характеристики вакуумно-индукционного процесса, вакуумного процесса с израсходующимся электродом, и вакуумного процесса с применением электронных лучей. Металлургические основы плавления в вакууме. Улучшение физических свойств выплавленных в вакууме сталей и сплавов по сравнению с материалами, плавленными при атмосферном давлении. Экономичность различных процессов.

М. Прохаска : **Определение производительности холодного протягивания труб в зависимости от числа протягиваний и от редукции** . С 321

Существует-ли крайная величина силы протягивания в зависимости от угла протягивания? Дифференциальное уравнение, характеризующее вид деформирования, и определяющее изменение протягивания в зависимости от расположения полости. При этом можно делать вывод в том, что в случае одной и той же степени деформирования и при предписании неизменного характера деформирования уголь протягивания вытяжного штампа изменяется с размером линейно.

Й. Темешвари : **Транспортировка насыпной окиси алюминия** ..... С 325

Виды перевозки порошкообразной окиси алюминия. Необходимые перевозные средства. Экономичность транспортировки.

Ф. Кёвеш : **Определение оптимальной подачи на пильгерстане и ее применение** ..... С 329

Возможности повышения мощности пильгерстана. Роль подачи в повышении производительности. Оценка уравнений подачи и числа ударов. Определение оптимальной подачи с помощью вычисления и опытным путем на Трубозаводе г. Чепель. Измерение действительных величин подачи и числа ударов, и использование измерительных данных во время прокатки.

О. Леринц : **Усовершенствование проволочно-прокатного стана м, Озд** ..... С 334

Степень усовершенствования проволочно-прокатного стана и выполнение усовершенствования. Замена привода. Повышение скорости прокатки. Замена моталки. Устройство установки для перевоза проволок. Технические и хозяйственные результаты. Повышение производительности в час. Улучшение допуска размеров проволок. Возможности дополнительного повышения производительности.

З. Хегедюш—Д-р. Б. Веспреми : **Значение отбора и подготовки проб при анализе сплавов на железной основе на квантометре и на рентгенофлюоресцентной установке** ..... С 340

Способ отбора и подготовки проб из высоколегированных сталей. Выбор оптимального типа изложницы, особенно с точки зрения снижения склонности пробы к образованию трещин и неоднородности зерен. Роль заточки и шлифования по обоим вышеуказанным видам анализа. Исследования статистических разбросов. Утончение крупнозернистой структуры марганцевой стали с содержанием 12% Mn путем добавления ферроциркония. Металлографическое испытание поверхности проб, представленное на рисунках.

О. Клуг—Ш. Метленко : **Фотометрическое определение небольших содержаний ванадия и хрома в продуктах глиноземной промышленности** ..... С 345

Определение небольших содержаний ванадия и хрома было осуществлено фотометрическим методом с помощью реагента солянокислой соли о-дианизидина. Определению не мешают титан и алюминий, зато железо оказывает мешающее действие. Железо можно выделить в осадок с помощью отделения купфероном. Метод оказывается чувствительным : содержание ваиадия 0,01 мкг/мл и содержание хрома 0,5 мкг/мл можно еще определять с точностью 6—8% относит.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B, 149. Венгрия.

INHALT

Szőke, L.: **Die einheimischen Probleme der Erzeugung von Stahlrohr-Werkstoffen und die Entwicklungslinien der Erzeugung** ..... S 305

Die erzeugten Stahlsorten, die Probleme der Grundstoffversorgung. Die Gründe des Entstehens von Einschlüssen in den unberuhigten Flaschenhalsblöcken. Die Fehler der beruhigten Rundblöcke und die Versuche ihrer Beseitigung, zwecks Steigerung des Ausbringens im Rohrwerk durch Verminderung des Lunkervolumens. Die qualitätsverbessernde Wirkung der neueren Stahlerzeugungsverfahren.

Balázs E.: **Berechnung der seitlichen Wärmeisolierung der Aluminium-Elektrolysierbäder** ... S 313

Die Konstruktion des seitlichen Kathodenfutters ist ein wichtiger Faktor der Wirksamkeit des Elektrolysierbades. Durch richtige Wahl der seitlichen Wärmeisolierung kann die Entfernung zwischen der Söderberg-Anode und dem seitlichen Kohlenring verringert werden. Dadurch wird der Stromverbrauch des Bades verringert und die Metallmenge erhöht.

Martin, I.: **Das Vakuumschmelzen, ein neues Stahlerzeugungsverfahren für Edel- und besonders legierten Stähle** ..... S 316

Kennzeichnende Merkmale des Vakuum-Induktions-, des Vakuum-Abschmelzelektroden- und des Vakuum-Elektronenstrahlverfahrens. Die metallurgischen Grundlagen des Vakuumschmelzens. Die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der im Vakuum geschmolzenen Stähle, verglichen mit den Eigenschaften verglichen mit den Eigenschaften der unter atmosphärischem Druck geschmolzenen Stähle. Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren.

Prohászka, M.: **Bestimmung der Produktivität des Rohrkaltziehens in Abhängigheit von der Ziehzahl und von der Abnahme** ..... S 321

Untersuchung des Bestehens eines Grenzwertes der vom Ziehwinkel abhängenden Ziehkraft. Eine die Formgebung kennzeichnende Differentialgleichung, welche die zu den einzelnen Kaliberteilen gehörenden Änderungen der Streckung angibt. Als Folgerung kann festgestellt werden, dass der Ziehwinkel des Ziehsteines bei gleichgrosser Formänderung und bei dem gleichen Formungstyp sich mit den Abmessungen des Rohres linear ändert.

Temesvári, I.: **Die Förderung des Aluminiumoxyds als Schüttgut** ..... S 325

Förderarten des pulverigen Aluminiumoxyds, die benötigten Fahrzeuge, die Wirtschaftlichkeit der Förderung.

Köves, F.: **Bestimmung des optimalen Vorschubes an Pilgerwalzwerken** ..... S 329

Die Möglichkeiten der Leistungsteirung von Pilgerwalzwerken. Die Rolle des Vorschubes bei der Erhöhung der Leistung. Die Bewertung der Gleichnungen des Vorschubes und der Schlagzahl. Bestimmung des optimalen Vorschubes durch Rechnung und Versuch im Rohrwalzwerk Csepel. Die Messung des Vorschubes und der Schlagzahl. Die Verwertung dieser Messergebnisse beim Rohrwalzen.

Lőrincz, O.: **Umbau der Drahtstrasse im Werk Ózd** S 334

Beschreibung des Umfanges und der Durchführung der Modernisierung der alten Drahtstrasse. Austausch der Getriebe der Vor- und Fertigstrasse. Erhöhung der Walzgeschwindigkeit, Austausch der Haspel, Einbau einer Drahttransportanlage. Die technischen und wirtschaftlichen Erfolge des Umbaues. Erhöhung der Stundenleistung, Besserung der Drahtabmessungen, weitere Möglichkeiten zur Steigerung der Erzeugung.

Hegedűs, Z.—Weszprémy, B. dr.: **Die Bedeutung der Probenahme und der Vorbereitung der Probe bei der Spektral- und Röntgenfluoreszenz-Analyse von Metallen auf Eisengrundlage** S 340

Die Probenahme aus hochlegierten Stähle und die Vorbereitung der Proben. Auswahl des optimalen Kokillentyps zum Zwecke der Verminderung der Rissempfindlichkeit und der Korninhomogenität. Die Rolle des Schleifens und des Polierens bei den beiden Analysier-Verfahren. Statistische Untersuchung der Streuung der Ergebnisse. Die Verfeinerung des Gefüges von einem grobkörnigen Stahl mit 12 vH Mangan durch Zugabe von Ferro-Zirkon. Die metallographische Prüfung der Oberfläche, an Bildern vorgezeigt.

Klug, O.—Metlenko, S.: **Photometrische Bestimmung von kleinem Vanadium- und Chromgehalt in den Produkten der Tonerdeindustrie** ... S 345

Bestimmung von kleinem V- und Cr-Gehalt auf photometrischem Weg mit o-Dianisidin-Hydrochlorid. Das Fe stört, das Ti und Al jedoch nicht. Das Fe wird mit Kupferron abgetrennt. Die Methode ist empfindlich : 0,01 μg V/ml, bzw. 0,5 μg Cr/ml kann mit einer Genauigkeit von 6 bis 8 rel. Prozent bestimmt werden.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Szőke L.: **Hungarian problems of the production of base material for pipes and new lines of production** ..... P 305
The steel types produced. Problems of base material. Causes of inclusions in bottle-necked billets of rimmed steel. Defects of round billets of killed steel and experiments for their elimination whith special regard to decreasing the pipe volume and increasing the recovery in the tube works. Quality improving influence of the novel steelmaking methods.

Balázs E.: **Calculating the lateral heat isolation of aluminium electrolysing baths** ..... P 313
The construction of the lateral cathode lining is very important from the point of view of the efficiency of the bath. By proper selection of the lateral heat isolation the distance between the Soderberg anode and the lateral carbon ring can be decreased. The current consumption of the bath is also decreased, the amount of metal is increased.

Martin I.: **Vacuum melting—a new steelmaking process in the production of quality steels and special alloys** ..... S 316
Characteristics of vacuum-induction melting, vacuum melting with a consumable electrode and of electron beam vacuum melting. Metallurgical principles of vacuum melting. Improvement of the physical properties of vacuum melted steels and alloys compared to the materials melted at atmospheric pressure. Economy of the different methods.

Prohászka M.: **Determination of productivity in cold tube drawing as a function of the number of draws and of reduction** ..... P 321
Investigating the existence of an extreme value of the drawing force depending on the drawing angle. Characteristic differential equation of elongation of forming which gives the variation of elongation with the geometry of the groove. It may be concluded that for an identical amount of forming and an identical prescribed character of forming the drawing angle of the drawing die varies linearly with the dimension.

Temesvári J.: **Transport of bulk aluminium oxide** P 325
Methods of transporting bulk aluminium oxide. The necessary vehicles. Economy of transport.

Köves F.: **Determination and application of the optimal feed in pilger mills** ..... P 329
Possibilities of increasing the production of pilger rolling mills. The role of feed in increasing production. Evaluation of the equations of feed and impact number. Determining the optimal feed value by calculation and experiment in the Csepel Tube Works. Measuring the actual values of feed and impact number and utilization of the data during rolling.

Lőrincz O.: **Modernization of the wire mill at Ózd** P 334
Extent of modernization of the wire mill and its realization. Replacement of the drive unit. Increasing the rolling speed. Replacement of the coiler. Erection of a wire transporting mechanism. Technical and economical results. Increase of the one-hour rating. Tolerance improvements of the wire. Possibilities of a further increase of performance.

Hegedűs Z.—dr. Weszprémy B.: **Significance of sampling and sample preparation on the spectrometric and X-ray fluorescence analysis of iron base alloys** ..... S 340
Methods of sampling and sample preparation for high-alloy steels. Selecting the optimal mold type for decreasing crack sensitivity and grain inhomogeneity. The role of grinding and polishing in both methods of analysis. Statistical investigation of scatter. Refining the coarse-grained structure of a steel with 12 % manganese by the addition of ferrozirconium. Metallographical investigation of sample surfaces with illustrations.

Klug, O.—Metlenko, S.: **Photometric determination of small amounts of vanadium and chromium in the products of the alumina industry** ..... S 345
Photometric determination of small amounts of V and Cr with o-dianisidine-hydrochloride. Fe interferes with the determination, Ti and Al do not. Fe is precipitated by cupferrone. The method is sensitive: 0.01 μg V/ml resp. 0.5 μg Cr/ml can be determined with an accuracy of 6 to 8 rel. per cent.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroad should be sent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technikal Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakaupra Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Skets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergrahct 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lapec Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovensko Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

2000-908
2000 ÁPR 3.
22.

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam | 7. szám | 1964. július

A csőalapanyag-gyártás hazai problémái és a gyártás új irányai*

SZŐKE LÁSZLÓ okl. kohómérnök
Csepeli Acélmű

DK 669.14.018.29 : 621.746.7

A csőfelhasználó iparágaknak a csövek minőségével, fizikai és kémiai tulajdonságaival szemben támasztott követelményei — akárcsak az egyéb acélgyártmányok felhasználóié — egyre súlyosbodnak. Ennek a jogos igénynövekedésnek jellemzésére talán elég az olajbányászatból egyetlen példa megemlítése. Míg mintegy 40 évvel ezelőtt az olajbányászatban használt csövekre előírt legszigorúbb folyáshatár min. 38,7 kg/mm² volt, 1956-ban a csúcsminőség már 77,3 kg/mm² minimális folyáshatárral került a kutakhoz. Jelenleg pedig a világ legmélyebb, csaknem 8000 m mélységű kútjának fúrásához 105 kg/mm² feletti folyáshatárú csöveket építenek be [1]. Az irodalom hivatkozik 119,6 kg/mm² folyáshatárú csövekre is [2]. Az utolsó négy évtizedben tehát háromszorosára nőtt az olajbányászati csövek folyáshatárának minimuma.

A kazángyártás és a vegyipar különböző berendezései szintén egyre súlyosabb követelmények kielégítését várják a csőgyártóktól. Ezeknek a korszerű kívánalmaknak teljesítéséhez természetszerűleg nem elegendő a csőgyártó és hőbenkezelő, hanem parancsolóan szükséges az acélalapanyag-gyártó eljárásnak fejlesztése is.

A csőalapanyag-gyártás hazai problémáinak jelen ismertetése idő hiányában nem tárgyalhat minden részletet, csupán a leglényegesebbek képezik tárgyát.

A csepeli csőgyártáshoz felhasznált acélminőségek kémiai összetételének előírásait az *1. táblázat* tartalmazza

Az első acélcsoportba az MSZ 29—53 szabvány előírásának megfelelő, kereskedelmi, illetve minőségi csövek előállításához szükséges acélfajtákat soroltuk. Ezeknek az acélminőségeknek előírásos vegyi összetétele tulajdonképpen házi előírás, mivel az idézett szabvány csupán szilárdsági tulajdonságokra vonatkozó megkötéseket tartalmaz és az alapanyag kiválasztását a gyártó műre bízza.

A második acélcsoportba az MSZ 4747—57 szabványban szereplő, szavatolt melegszilárdságú varrat nélküli csövek alapanyagminőségeit vontuk

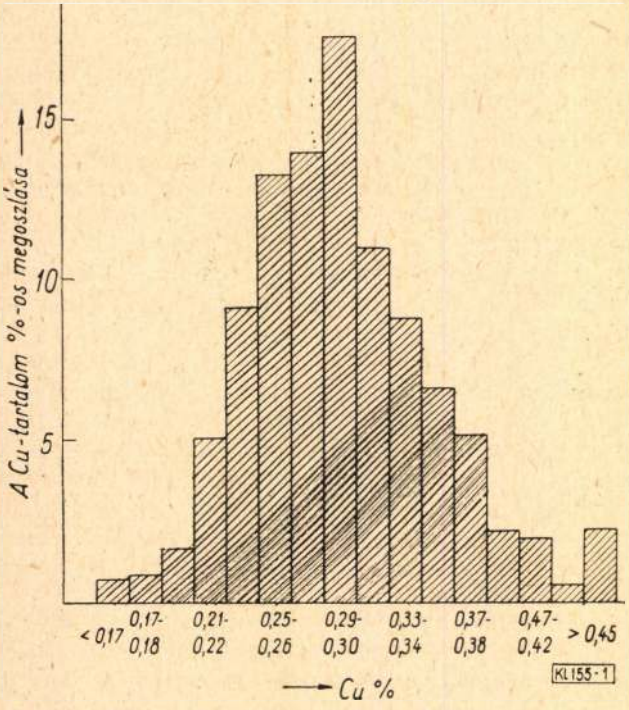
* Előadásként elhangzott 1963. okt. 25-én az Országos Acélcsőgyártó Konferencián.

A Csepelen leggyakrabban gyártott acélminőségek *1. táblázat*

Csoport	Minőség	Összetétel, %								
		C	Si	Mn	<S	<P	<S+P	<Cu	Cr	Mo
I.	A 35.29	0,07—0,14	0,15—0,37	0,35—0,60	0,050	0,050	0,090			
	A 35.29	0,07—0,14	<0,04	0,30—0,50	0,050	0,050	0,090			
	A 45.29	0,14—0,25	0,15—0,37	0,40—0,60	0,050	0,050	0,090			
	A 45.29	0,14—0,25	<0,04	0,40—0,60	0,500	0,050	0,090			
	A 55.29	0,25—0,35	0,15—0,37	0,60—0,90	0,050	0,050	0,090			
	A 65.29	0,35—0,45	0,15—0,37	0,70—1,00	0,050	0,050	0,090			
	A 35.29.47	<0,25	0,15—0,37	0,40—0,60	0,050	0,050	0,090			
II.	A 35.47	<0,17	<0,35	<0,40	0,050	0,050	0,090	0,30		
	A 45.47	<0,22	<0,35	<0,45	0,050	0,050	0,090	0,30	<0,30	
	A 35.47MA	<0,15	<0,12	0,60—0,80	0,040	0,040	0,070	0,30		
	A 45.47MA	0,15—0,22	<0,12	0,70—0,90	0,040	0,040	0,070	0,30		
	Cr5Mo45.47	0,10—0,18	0,15—0,35	0,60—0,90	0,040	0,040	0,070	0,30	0,60—0,90	0,10—0,30
	Cr5Mo45.47	0,10—0,18	0,15—0,35	0,40—0,70	0,040	0,040	0,070	0,30	0,70—1,00	0,40—0,60
III.	A 35.56	0,07—0,14	0,12—0,37	0,40—0,60	0,060	0,040	0,090			
	A 45.56	0,14—0,25	0,15—0,37	0,40—0,60	0,060	0,040	0,090			
	A 55.56	0,25—0,35	0,15—0,37	0,60—0,90	0,060	0,040	0,090			
	A 65.56	0,35—0,45	0,15—0,37	0,70—1,00	0,060	0,040	0,090			
	N 80	0,30—0,40	0,15—0,37	1,50—1,85	0,040	0,040			V=	0,10—0,30
	P 105	0,22—0,32	0,15—0,40	1,50—1,90	0,060	0,040			0,20—0,30	0,30—0,40

össze, míg a III. csoportban az olajbányászati csőminőségek vannak. Ez utóbbi csoportra vonatkozó előírások is — a kén- és a foszfortartalom megkötésén kívül — csak a szilárdsági tulajdonságokat írják elő, a kémiai összetételt nem.

Az első táblázatban szereplő acélminőségek közül az ötvözetleneket bázikus martinkemencékből, az ötvözötteket pedig bázikus elektrokemencékből állítjuk elő. Az első és második csoport lágy, 0,18%-nál kisebb C-tartalmú minőségeit csillapítatlan kivitelben is gyártjuk, míg a többi acélfajta kizárólag csillapított, azaz az acélban levő oxigént a mangánnál erősebb mértékben megkötő elemek — szilícium, alumínium stb. — felhasználásával leöntött minőség.



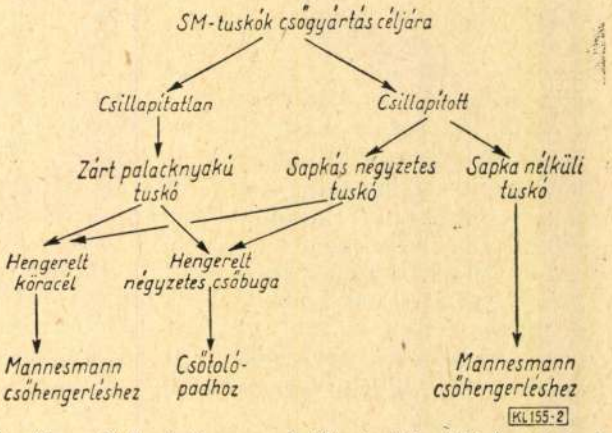
1. ábra. Martinadagok Cu-tartalmának %-os megoszlása

Mielőtt a csillapítatlan és csillapított acélok gyártási problémáinak fejtegetését megkezdenénk, néhány megjegyzést feltétlenül kell tennünk azokkal a nehézségekkel kapcsolatban, amelyek a betét anyagaink rossz tulajdonságai révén zavarják az acélgyártás — és ezen belül nagymértékben a csőalapanyag-gyártás — programszerűségét.

E nehézségek közül első helyen áll a betét megengedettnél nagyobb réztartalma miatt a maximált Cu-tartalmú minőségek legyártása. Ez azért veszélyes, mivel a réz egyrészt metallurgiai eljárásokkal nem távolítható el az acélból, másrészt pedig az előírtnál nagyobb Cu-tartalom mind a melegalakítás, mind a csövek hidegalakítása [3], végül pedig a felhasználás során komoly hibákat okoz.

Az *1. ábrán* martinkemencékből gyártott 843 adag beolvadási réztartalmának megoszlása látható. Nyilvánvaló, hogy ilyen körülmények között a megmaximált Cu-tartalmú adagok gyártása igen nehéz feladat elé állítja az acélművet. A martinkemencék betétje 33% nyersvasból és 67% ócskavasból áll, míg az elektrokemencék kizárólag ócskavas betéttel dolgoznak. A nyersvas néhány évvel ezelőtt tapasztalt nagy Cu-szintje már eléggé leszállt: a hazai nyersvas 0,15% körüli réztartalmú, míg a jelenleg felhasznált keletnémet nyersvas Cu-tartalma 0,10%. A beolvadt acélfürdők nagy Cu-szintjének tehát az ócskavas nagy Cu-tartalma az oka. Ennek a helyzetnek a megjavítására mind gyárunkon belül, mind országosan az eddiginél lényegesen szigorúbb hulladékkezelési- és begyűjtési rendszert kell kialakítani.

A hulladék óntartalma sem közömbös a csőalapanyag minőségére. Újabb külföldi vizsgálatok bebizonyították, hogy néhány század százalék Sn a 0,2%-nál nagyobb Cu-tartalommal együtt a hidegenvont csövek felületén keresztirányú szakadásokat idéz elő [3]. Ón pedig egyre nagyobb mennyiségben kerülhet be a betétbe a szükségszerűen növekvő mértékben adagolt bádoghulladék révén.



2. ábra. Csőgyártásra szolgáló tuskók feldolgozásának elvi rajza

A *2. ábra* érzékelteti a csillapítatlan és csillapított acéltuskók feldolgozási elvét. A csepeli martinműből kerül ki a csőgyár teljes körtuskószükséglete, mely évenként csaknem 100 000 t. A kör- és négyzetacél csőbuga-ellátás a csepeli és hazai acélműveken kívül behozatalra is szorul. A csillapítatlan tuskók csőgyárba kerülő mennyisége a csillapított cső- körtuskóknak mintegy harmada.

A csepeli csillapítatlan acélgyártás mintegy tíz évvel ezelőtt igen jelentős korszerűsítésen ment át. Addig ugyanis a csillapítatlan tuskókat nyitott kokillába öntöttük. Az ilyen öntési mód során a csak mangánnal — tehát gyenge hatású dezoxidáló anyaggal — dezoxidált lágyacél karbonjából és oxigénjéből az egyensúlyi oxigéntartalom eléréséig, vagy megközelítéséig, illetve a nyitott kokillába öntött acél megmerevedéséig gáz alakú CO képződik, amely az acélt egyre csökkenő mértékű mozgásban, fövésben tartja. Közben a kokilla falához közel eső, kis szennyező tartalmú rétegek megmerevednek, a felszabaduló gázok pedig egyrészt sugárirányban befelé, másrészt felfelé irányítják a nagyobb ötvöző és szennyező tartalmú folyékony fázist. Ennek következtében a teljes megmerevedés után a tuskó először kristályosodott külső rétegei karbonban, kénben, és természetesen oxigénben is szegényebbek a tuskó átlagos össze-

tételéhez képest, a tuskó felső harmada viszont ezekből az elemekből erősen dúsult. A kén dúsulása 300—400%-os is lehet a tuskó fejében [4], [5]. Az ilyen tuskó felső harmada csőgyártásra természetesen nem használható fel.

1953-ban *Csépai Dezső* a palacknyakú, zárt kokillákba való öntést (capped steel) vezette be [6].

A zárt kokillában az acélból felszabaduló CO gáznak nemcsak az acél ferrosztatikus nyomását és a légköri nyomást kell legyőznie a kristályosodás során, hanem az emelkedő folyékony acélszint és a kokillafedő, valamint a kokillafalak közti térfogatba egyre nagyobb mennyiségben beáramló CO és a levegő keverékének nyomását is. Így a hólyagok képződésének határt szab az egyre növekvő nagyságú ellennyomás. Ezért a hólyagképződés lényegesen előbb áll meg, mint a nyitott kokillában. Az eredmény az aránylag vékony, 12—20 mm vastagságú, karbonban és szennyezőkben szegény ép kéreg, melyen belül hólyagkoszorú alakul ki. A megmerevedés során az acél összehúzódása közben még gázhólyagok is keletkeznek, ezek azonban főleg a tuskó fejében alakulnak ki és melegalakítás közben az összehegedést nem akadályozzák. A zárt kokillába való öntés előnye, hogy a fent csak röviden vázolt folyamat révén a dúsulások mértéke lényegesen kisebb és főleg tengelyirányban egyenletesebb, mint a nyitott kokillába öntött acélban. Az ilyen csillapítatlan tuskó felső harmada is felhasználható csőalapanyag céljára, de II. és III. fokozatú kazáncső gyártásához már nem alkalmas.

Ezek a csőminőségek ugyanis homogén szövetszerkezetet kívánnak, lehetőleg kis zárványtartalommal. Zárványtartalomra a palacknyakú csillapítatlan tuskó viszont már elég sok kívánnivalót hagy maga után. Az öntés során ugyanis a gázfejlődés következtében a kokilla fala mellett felfelé és a tengelyben lefelé irányuló áramlás indul meg *(3. ábra)* [7], [8]. Ez az áramlás magával ragadja a megmerevedés során keletkező Fe II-, Mn II-oxidzárványokat. Először az acél felszínén alakul ki ezekből a nagyméretű zárványokból salakhab, amelynek mennyisége azonban számos adagban az acélfelszín emelkedése közben csökken, sőt néha a hab el is tűnik. Ez pedig csak úgy lehetséges, hogy a 3. ábrán látható acélmozgás magával ragad a zárványokból, és az elragadott mennyiséget lefelé szállítja. Eredményképpen a tuskó felső, de különösen az alsó részében nagymértékű zárványosság alakul ki.



3. ábra. A csillapítatlan tuskó öntésekor kialakult áramlás

A csillapítatlan tuskó zárványtartalmát a gyártási folyamat igen gondos ellenőrzésével csökkenteni lehet ugyan, de ez a mű jelenlegi laboratóriumi felkészültsége miatt még nem járható út. Az adagok gyártását úgy kell irányítani, hogy a lehetőleg 3-nál nagyobb bazicitású és 17%-nál nagyobb FeO-tartalmú salak alól csapoljuk le a 0,35—0,40% Mn-tartalmú adagot. Az adag akkor önthető le jó minőségben, ha az acél oxigént tartalmazó része legalább 12 mm vastag ép kéreg kialakításához elegendő, de nem haladja meg azt az oxigénmennyiséget, amely már a tölcsérbe való zavartalan beöntést nem teszi lehetővé. A megfelelő adagkészítői gyakorlattal e két oxigénhatár közé be lehet ugyan találni, azonban a salakosság csökkentéséhez az acél oxigéntartalmának finomabb beállítására van szükség [9]. Azt a minimális oxigénfelesleget kellene biztonságosan beállítani, amely a lecsapolt acélban az egyensúlyi oxigéntartalmon felül van és elegendő a megfelelően vastag ép kéreg kialakulásához szükséges CO mennyiség képzésére. Ez a művelet gyors oxigénmeghatározás nélkül nem számíthat sikerre és ezenkívül természetesen zárványizolációs módszerek kiterjedt használatát is megkívánja.

A csőalapanyag-gyártás lényegesen nagyobb mennyiségét képezi a csillapított tuskók, ezeken belül pedig a körtuskók előállítása. Ezeknek a tuskóknak jó minőségben való gyártása egyike a legkomolyabb metallurgiai feladatoknak. A követelmény ugyanis az, hogy lehetőleg 85—90%-ban olyan körtuskókat adjunk át a Csőgyárnak, amelyek felületét nem kell lehántolni a felületi, vagy közvetlen felszín alatti hibák — salakosság, gázhólyagok, hidegfolyásosság, repedés — miatt és amelyek belső szerkezete nem vezet a csőhengerlés során belső pikkelyek kialakulására.

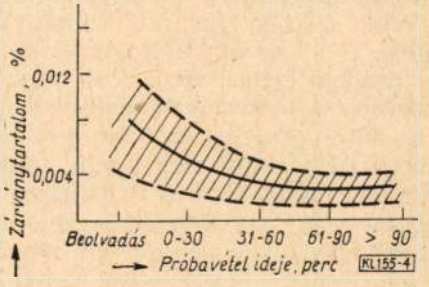
A sokéves megfigyelés, gyakorlati tapasztalatok és külföldi tanulmányutak tanulsága alapján az Acélmű dolgozói az alábbi főbb szempontokat veszik figyelembe az acélgyártás folyamán [10]:

1. A megfelelő hőrmérséklet, hígfolyósság és a kireagált salak biztosítása érdekében legalább 0,4% C lefövetése szükséges, legalább fél óra tiszta fövési időtartammal.

2. A salak bázicitását (CaO/SiO_2 arány) általában 2,2—2,5 szinten kell tartani, míg a nagy C-tartalmú minőségekben a foszfor-előírás biztosítására, 3,0—3,2 körüli bázicitás előnyös.

3. Célszerű a salakban minél kisebb FeO biztosítása (kb. 14% a lágy, kb. 10% a kemény minőségekben), ami segíti az acélfürdő kis oxigéntartalmának megvalósulását.

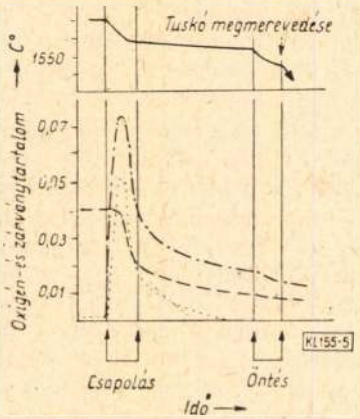
A fenti adagkészítési elvek tartásával és a bemártó prométerrel végzett gondos hőmérséklet-ellenőrzéssel az adag 70—80 perc kikészítési idő után jó minőségben csapolható, azaz olyan oxigén-



4. ábra. Martinacéladagok oxigéntartalmának változása a kikészítési idővel

tartalommal, mely a kifogástalan minőségű tuskók leöntéséhez feltétlenül szükséges. Ezt a tényt külföldi vizsgálatok is alátámasztják *(4. ábra)* [11].

A minőségi acélgyártás célja az, hogy a lehető legkisebb zárványtartalmú tuskót állítsa elő. Gondos vizsgálatok azt mutatták, hogy az acélban levő zárványok 80, sőt 90%-nál nagyobb mennyisége endogén eredetű, ami annyit jelent, hogy a dezoxidáció termékei nem távoznak el az acélból a tuskó megmerevedéséig [11]. Éppen ezért legmélyebben a dezoxidációs műveletet kell elemeznünk ahhoz, hogy a zárványok mennyiségét hathatósan csökkentsük.



5. ábra. Martinacéladag dezoxidálásának lefolyása az idő függvényében
..... zárványtartalom a folyékony acélban, — — — oxigéntartalom a folyékony acélban, —.—.— összes oxigéntartalom

A dezoxidáció lefolyását az idővel vázlatosan az *5. ábra* érzékelteti a martinacélgyártás viszonyaira. A kérdéses adag összes oxigéntartalma a csapolás előtt 0,042%, amelyből csupán 0,002% van jelen oxidszuszpenzió alakjában, míg 0,040% oldott oxigén. 0,25% Si-nak csapolás közben végzett hozzáadására a folyékony acél oldott oxigéntartalma gyorsan csökken és 1600 C°-on 0,012%-ot ér el. Ez az üstben való pihentetés során igen kis mértékben csökken ; a további nagyobb csökkenés az öntés, illetve a kristályosodás alatt következik be. A megszilárdult tuskóban gyakorlatilag nincs oldott oxigén.

A folyékony acélban levő összes oxidzárvány mennyisége a csapolás során a beadagolt Si hatására gyorsan nő és a keletkezett, valamint az acélban található oxidzárványok a 0,05%-ot is meghaladják. Ezután a zárványtartalom ismét rohamosan csökken a csapolás alatt, a zárványok nagy része felszáll. Ez a zárványkiválás — ha lassabban is — tovább folytatódik az üstben az öntés megkezdéséig, amikor a folyékony acél oxidzárvány tartalma elhanyagolható értékre csökken. Az öntés kezdetén azonban a folyékony acélban még 0,01% oldott oxigén van, amiből az acélban levő Si az öntés során — a csökkenő hőmérséklet miatt — a megváltozott egyensúlyi oxigéntartalmat meghaladó mennyiségű oxigénnel reakcióba lép. Ennek következtében az oxidzárványok mennyisége újra nő, ezek jó része már nem tudja elhagyni a kristályosodó acélt.

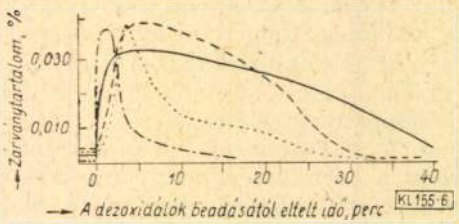
Az 5. ábra legfelső görbéje a megmerevedett acélban levő összes zárványtartalmat mutatja. A vázolt esetben tehát az acélban a gondos dezoxidáció után is 0,02% zárványtartalom maradt vissza.

Az 5. ábrából a gyakorlati acélgyártó számára azt az igen fontos tényt kell leszögezni, hogy a dezoxidáció termékeit az örvénylő mozgások segítik a folyékony acélból való felszállásban. A csapoláskor az üstbe zúduló acélsugár, majd pedig az öntés során a kokillában örvénylő acél ehhez kedvező helyzetet biztosít.

A másik fontos következtetés az, hogy az üstbe lecsapolt acél pihentetése szintén az acél zárványtartalmának csökkenését okozza. Ezért a 40 t-s adagok lecsapolásának befejezését követően üzemünkben is 5—10 perces üstpihentetést írtunk elő.

A harmadik fontos tanulság az, hogy zárványmentes acélt nem lehet előállítani. A lehető legkisebb zárványtartalom biztosításához szükséges feltételeket azonban ki lehet és ki is kell választani.

Magának a dezoxidáló anyagnak a kiválasztása sem közömbös a tuskó kis zárványtartalmának biztosítása szempontjából.



6. ábra. 100 t-s martinacéladagok zárványtartalmának alakulása különböző dezoxidálószerekkel, Born szerint
——— szilikomangán 750 kg, — — — ferroszilícium 1000 kg, ... Al-tartalmú szilikomangán 500 kg, —.—.— ferroalumínium 500 kg

A *6. ábrán* 100 t-s, 0,15% C-tartalmú martinacéladagok zárványtartalmának alakulását láthatjuk különböző dezoxidálószerekkel való kezelés után [11]. A legeredményesebb, leggyorsabban dezoxidáló hatása az alumíniumnak van. Az alumínium kis méretű dezoxidációs termékeinek gyors felszállására már sok kutató rámutatott. Ez azt igazolja, hogy a zárványok alakján, fajsúlyán és az acél folyékonyságán kívül döntő szerepe van annak, hogy az acél a felületi feszültségek egymásra hatásaként nedvesíti-e a zárványt, vagy sem. A nem nedvesíthető zárványok gyorsan úsznak fel az acél felszínére [12].

A ferromangánon és ferroszilíciumon kívül — melyeket a kémiai összetétel előír — üzemünkben is használunk az üstben alumíniumot a dezoxidációhoz. Egyébként ma már külföldön az a nézet terjedt el, hogy az optimális zárványtartalom elérésére minden egyes acélminőség más és más mennyiségű és minőségű dezoxidálószert kíván. Az ilyen mélységű vizsgálatok elvégzésének azonban üzemünkben eddig még nem voltak meg a lehetőségei.

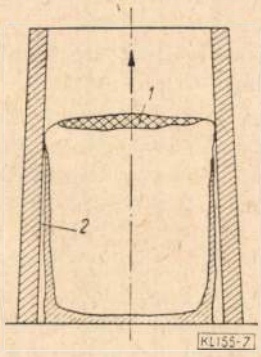
A hullám nélküli körtuskók leöntése igen gondos munkát kíván. Ennek a műveletnek bármelyik

gondatlanul végrehajtott mozzanata a legkiválóbb folyékony acélt is selejtté teszi, illetve gyengébb minőségű gyártmányhoz vezet.

A kokillák belső felületének tisztán tartása nagy fontosságú. A belső felületet jó minőségű, előmelegített kátránnyal, vagy kokillalakkal vékonyan és egyenletesen kell bevonni. Ennek a bevonatnak az a fontos szerep jut az öntés során, hogy a belőle hőhatásra keletkező gázok a kokillában emelkedő acélszinten kialakult oxidhártyát, pillét a kokilla falától állandóan távol tartsák, és egyúttal bizonyos mértékben redukáló atmoszférát teremtsenek a fedővel lezárt kokillatérben. Az üstből a beöntőtölcsérbe, majd az öntőlap csatornatégláin a kokillába jutó folyékony acélt ugyanis éppen a lehető legkisebb végső zárványtartalom érdekében távol kell tartani a levegő oxidáló hatásától. A védőgáz- atmoszféra fenntartásához nagymértékben hozzásegít a kokillafedőről a kokillatérbe csepegő szurok is. Vannak üzemek, ahol az atmoszféra öntés közben érvényesülő oxidáló hatásának ellensúlyozására a beöntő tölcsérbe jutó acélsugárba is adagolnak alumíniumot.

Az alsó öntést legideálisabban akkor lehet levezetni, ha minden kokillát közvetlenül a beöntő tölcsérről táplálva, nyolcas- csillag öntőlapokat használunk. Ennek megfelelően, minden olyan súlyú körtuskót, amely négy-öt öntőlapnál több leállítását nem kívánja, ilyen módon öntünk le [13].

A tuskóhibák közül egyik legsúlyosabb a repedés, amely hosszirányban a tuskó alsó felében alakul ki és sokszor a tuskó selejtezésére is vezet.



7. ábra. Alulról öntött körtuskó kristályosodásának vázlata
1 pille, 2 légrés

A repedés létrejöttének lefolyását az öntés és megmerevedés közelebbi vizsgálata világíthatja meg.

A *7. ábrán* a körszelvényű kokillába alulról öntött acél viselkedését érzékeltettük vázlatosan. A folyékony acél a kokilla hűtőhatása révén az öntés előre haladtával egyre vastagabb kéreg képződése közben kristályosodik. A kéreg az acél hőmérsékletének csökkenésével összehúzódik és közben elválik a kokillafaltól. Ekkor a kokillában levő folyékony acél egy aránylag nagy hőmérsékletű acélkéregben — zsákban — van. Ez a zsák nem egyenletes vastagságú, mivel az öntőlapon egymás mellett álló kokillák nem biztosítanak minden irányban azonos hűlést, aminek következtében a legkisebb hűtőhatás irányába eső acélkéreg a legvékonyabb és a legnagyobb hőmérsékletű. A zsákban levő folyékony acél ferrosztatikus nyomása érintő irányú húzóigénybevételt okoz a kéregben, amely a legvékonyabb, legnagyobb hőfokú és ezzel legkisebb szilárdságú alkotója mentén felreped. A repedés veszélye annál nagyobb, minél nagyobb a tuskó átmérője és magassága.

A nagy — 400 mm-nél nagyobb — átmérőjű tuskók repedésveszélyének csökkentésére üzemünk csehszlovák tapasztalatok alapján az öntés közben és a kokillafal mellett vezetett acélhuzallal való keverést vezette be, amelyet *Fogarasi János*, *Gáti Jenő* és *Kapás Ottó* gépesített. A keverés a következő előnyökkel jár:

a) Kisebb lehet az öntési hőmérséklet,

b) a hőmérséklet eloszlás a folyékony acélban egyenletesebb,

c) a pilleátfordulás a kokillafal mellett nem lehetséges.

Gondos ellenőrzéssel is előfordul, hogy a csak keverés nélkül önthető tuskók előállítása közben az oxidáció nem hárítható el. Ennek következtében a keletkezett dezoxidációs termékek a felszínen, vagy közvetlenül alatta elhelyezkedve a csőgyártás során hosszirányú felületi hibákra, repedésekre vezetnek. Nemrég egy angol csőgyár acélművében mélyreható vizsgálatokat végeztek annak felderítésére, hogy egyrészt milyen körülmények között lehet a legkisebb oxigéntartalmú csőalapanyagot martinkemencéből előállítani, másrészt hogy az Al-mal végzett dezoxidálás milyen összefüggésben van a csövek felületén az Al_2O_3 zárványok felhalmozódásából adódó repedések keletkezésére [14]. Megállapították, hogy 0,12—0,17% C-tartalmú csőalapanyag-gyártásakor az adag oldható Al-tartalma és a fenti hibából adódó csőselejt nagysága között határozott összefüggés van, amint ez a *2. táblázatból* látható.

2. táblázat

Összefüggés 0,12—0,17% C-tartalmú ötvözetlen csőalapanyag oldható Al-tartalma és az Al_2O_3-zárványokból adódó csőselejt között

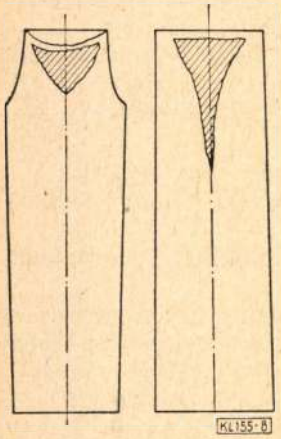
Az adag oldható Al-tartalma, %	Átlagos csőselejt Al_2O_3-jellegű zárványok által okozott repedésből, %
0,001—0,005	1,9
0,006—0,010	2,8
0,011—0,015	3,1
0,016—0,020	4,2
0,021—0,030	5,7
0,030<	9,9

A tűrhető csőselejt és az acél kis oxigéntartalmának biztosításához 0,67 kg/t Al-t adagoltak az üstbe és 0,12 kg/t-t a tölcsérbe. Ilyen üstadagolással az üstben levő acél kis oxigéntartalmát a zárványok 1-nél nagyobb Al_2O_3/SiO_2 aránya is jelezte. Hasonló vizsgálat csepeli körülmények között való elvégzése minden bizonnyal célszerű lenne.

A Csőgyárban kialakuló, jó csőre vonatkoz kihozatali számot — sok tényezőn kívül — a köz-

tuskó fogyási üreg-(lunker) képződése is módosítja. Ismeretes, hogy a folyékony acél a hülés, majd a kristályosodás során egyre jobban összehúzódik.

Az összehúzódás következtében így az eredetileg folyékony acéllal kitöltött térfogaton belül szükségszerűen üreg képződik. A sapkával öntött tuskóban ez az üreg a tuskó törzsén kívül, a tuskófejben helyezkedik el. A cső- körtuskók azonban enélkül kerülnek leöntésre és így a lunker természetszerűleg magában a tuskóban alakul ki, ahogyan azt a *8. ábra* mutatja.



8. ábra. Sapkás és sapkanélküli tuskók jellegzetes lunkerkialakulása

A lunker a Mannesmann - csőhengerléskor belső pikkelyek képződésére és így kihozatalromlásra vezethet. Ez a közelmúltban főleg az A 45.56 minőségű, 300 mm ∅-jű, 1650 mm hosszú tuskókból, 6" vezetékcső céljára gyártott csövekben okozott sok gondot. A lunker ugyanis — különösen a felfelé keskenyedő kokillákban — annál nagyobb mértékben alakul ki, minél hosszabb a tuskó az átmérőhöz képest. Az Acélmű Műszaki Osztálya a Csőgyár Műszaki Osztályával és az illetékes üzemekkel kísérletsorozatot indított annak megvizsgálására, hogy milyen módon lehet javítani a kérdéses kritikus tuskóméret és minőség lunkerességből adódó rossz kihozatalát. Sajnos, még csak a tájékozódó jellegű kísérletekről áll módunkban beszámolni.

A megfigyelt két adag egy-egy öntőlapján a tuskók szükséges hosszának elérése után a szokásos lassú utáncsurgatást alkalmaztuk, míg egy-egy öntőlapon szünetekkel megszakított, lökésszerű utántöltést rendeltünk el. Az első (61905.) adagra ezenkívül az utántöltés előtt a szokásos vízpermettel a felületet fagyasztottuk, a második adagra pedig minden kokillába egyidejűleg vizet öntöttünk.

A vizsgált öntőlapok mindegyikéről az acéltáplálás szempontjából legmostohább helyzetű egy-egy tuskót ultrahanggal megvizsgáltunk, majd a tuskó hossztengelyén keresztülmenő síkig lemartuk. Az így nyert tuskómetszetek a *9. ábrán* láthatók. A metszetek alatt a tuskók ultrahangvizsgálatának eredményeit tüntettük fel, bejelölve a metszeten a szabad szemmel még megállapítható lunkervég helyzetét. Ezekből az adatokból az a következtetés vonható le, hogy a tuskók ultrahanggal való vizsgálatakor a ténylegesen láthatónál mindig hosszabb lunker jelentkezik, ami a módszer túlérzékenységére utal. Valószínű ugyanis, hogy a tengelymenti mikroporozitásokat — ami pedig minden tuskóban van — is jelzi.

Mivel azonban az ilyen szemmel nem látható szövetszerkezeti lazaságok nem biztos, hogy belső pikkelyek keletkezésére vezetnek, ezzel az eljárással még nem tudjuk eredményesen ellenőrizni tuskóinkat.

A kísérleti öntések jellemző adatait a *3. táblázatban* foglaltuk össze, az öntőlapok le nem mart tuskóinak kihengerlése során nyert megfigyelések kiegészítésével.

A tájékozódó vizsgálatok eddigi eredményeiből az adatok csekély száma miatt messzemenő következtetéseket levonni természetesen nem szabad. Néhány megállapítást azonban máris tehetünk.

a) A lökésszerű utánöntés nem bizonyult üzemünkben megfelelő eszköznek a lunker nagyságának és elhelyezkedésének kedvező kialakítására. Ennek oka valószínűleg az, hogy a lökések közben a legkisebb szelvényű és ezért leggyorsabban hűlő gyökér lefagyott és a folyékony acél utánpótlását nem tette lehetővé.

b) A lunkertérfogat csökkentése a hatékonyabb fagyasztással elérhető.

c) A legkisebb lunkertérfogat adta a legnagyobb hibátlan — I. osztályú — csőkihozatalt.

d) A belső pikkelyes csövek aránya nem hozható közvetlen kapcsolatba a lunker hosszával. Ez azt a köztudomású tényt igazolja, hogy a belső pikkely nemcsak a tuskó lunkerességével magyarázható.

Ha a fenti tapasztalatok alapján módosítandó öntőcsarnoki munkamód nem hozna javulást a csőgyári kihozatalban, meg kell vizsgálni *Horváth Gyula* és *Szipka Károly* exotermikus lunkercsökkentő javaslatának gazdaságosságát.

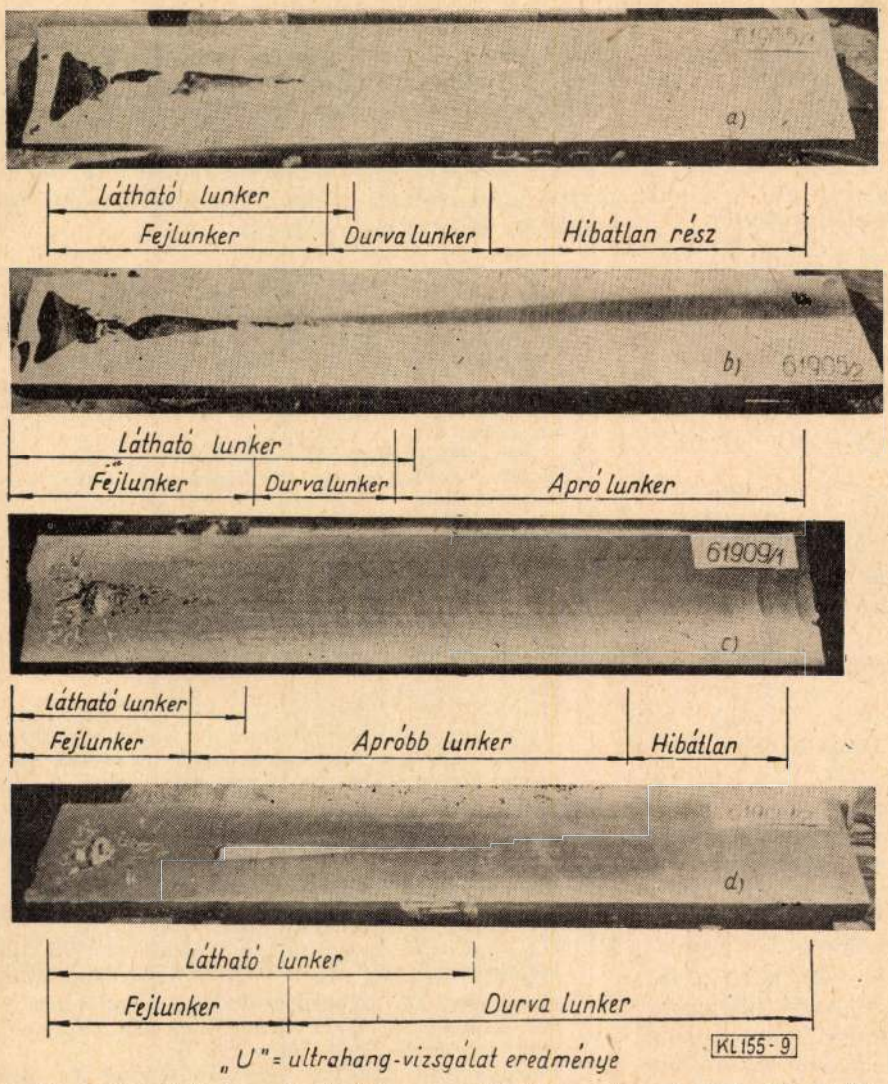
A hagyományos acélgyártás munkamódszerének célszerű módosításán kívül — az előttünk álló feladatok sikeres megoldása érdekében — ko-

3. táblázat

Kísérleti A 45.56 minőségű, 300 mm ∅-jű 1650 mm hosszú tuskókban megfigyelt lunkerkialakulás és a csőkihozatal összefüggése

Adag, illetve öntőlapszám	Öntési hőm., C°	Utánöntés		Lunker térfogat, %	Lunkervég fejtől hossz		I. o. cső, %	Belül pikkelyes cső, %
		Csurgatás	lökésszerű		mm	%		
		perc						
a 61905/1	1540	3		4,92	650	38,6	19,7	14,8
b 61905/2	1530		2,5	5,25	842	49	40,3	10,1
c 61909/1*	1550	3,5		3,37	484	30	70,8	11,4
d 61909/2*	1520		2,5	4,42	950	57,5	66,6	18,6

* Fagyasztás vízráöntéssel.



9. ábra. Különbözőképpen öntött 300 mm ∅-jű 1650 mm hosszú A 45—56 minőségű csillapított körtuskók lunkerének kialakulása

A fejlunkert a durva és az apróbb lunkert ultrahanggal állapítottuk meg

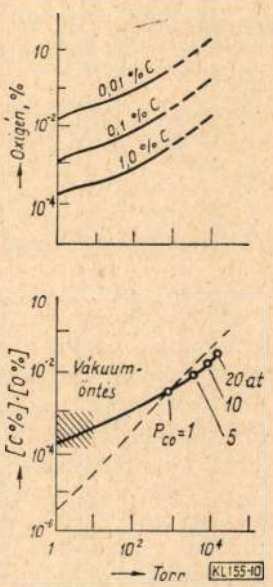
a fagyasztás vízpermettel, utánöntés csurgatással; *b* fagyasztás vízpermettel, utánöntés lökésszerűen; *c* fagyasztás vízráöntéssel, utánöntés csurgatással; *d* fagyasztás vízráöntéssel, utánöntés lökésszerűen

molyan kell foglalkoznunk a minél kisebb zárványtartalmat és ezért jobb szilárdsági tulajdonságokat biztosító korszerű eljárások meghonosításával. Ez eljárások közül a folyékony acél vákuumozásával és a folyékony acél semleges gázzal való átöblítésével kívánunk röviden foglalkozni.

A folyékony acél vákuumos kezelése rohamosan terjed az egész világon. Vákuumban a folyékony acél karbontartalma dezoxidálja — a gázalakú, tehát eltávozó CO képzésével — az acélt. A viszonyokat a *10. ábra* érzékelteti [11]. Az ipari méretű berendezések zömmel 1—10 Torr nyomáson dolgoznak és ez a hagyományosan gyártott acéllal szemben a 10. ábra szerint az acél oxigén- és ezzel zárványtartalmának egy nagyságrenddel való csökkenését biztosítja. A vákuumos kezelés egyben az acél hidrogén- és nitrogéntartalmát is csökkenti. Mindezeket az előnyöket több külföldi acélmű kihasználja a csőalapanyag jobb minőségben való előállítása érdekében. Így a Benteler művek folyamatos öntőművén a hébéres eljárással vákuumozott acélt önt le csőbugának.

A hidrogéntartalom kal csökkent.

A Mannesmann Művek huckingeni acélművében 35 t-s adagokat kezelnek üstvákuumozással. A 10 perces kezelés során 2—6



10. ábra. A karbon dezoxidáló hatása különböző nyomásokon és C-tartalmakon

Torr minimális nyomást értek el. A *4. táblázatban* láthatjuk a különböző eljárással gyártott adagok átlagos oxigéntartalmát [15].

A művelet hatásosságára eszerint az jellemző, hogy a martineljárással gyártott acélban elektroacélra jellemző oxigéntartalmat lehet biztosítani. a kezelés során 40—50%-

4. táblázat

Különböző eljárással előállított 35 t-s ívkemence-adagok átlagos oxigéntartalma [18]

Adagok száma	Követett eljárás	Átlagos oxigéntart., %
13	Fekete salak, martineljárás, nem vákuumozva	0,0118
44	Fekete salak, vákuumozva	0,0065
27	Fehér salak, nem vákuumozva	0,0078
11	Fehér salak, vákuumozva	0,0060

A Csepeli Acélműben a huckingenihez hasonló vákuumozó berendezés működik, 8 t acél kezelésére [17]. Eddig mintegy 6000 t acélt vákuumoztunk. Jó eredményeket értünk el többek között az olajbányászati öntvények, pilgerhengerek, oxigénpalack stb. előállításával kapcso-

latban. A huckingeni eredmények ismeretében ez évben kezdtük meg a kazáncső-alapanyagok vákuumozását. A kezdeti eredményeket az *5. táblázatban* foglaltuk össze:

5. táblázat

Hagyományosan [H] és vákuumozva [V] gyártott Cr5Mo 45.47 csövek gyűrűpróba-eredményei

	Adagok száma	Összes gyűrűpróba, db	Rossz gyűrűpróba, %	A rossz gyűrűpróbából		
				pikkelyes	réteges	kontr.-hiány
				%		
H	11	257	26,5	20,1	1,7	4,7
V	4	143	13,5	9,8	0,7	2,8

Az 5. táblázat arra utal, hogy a vákuumozott adagok minden hibaok szempontjából jobb minőségű csövet adtak. Ezért célszerű a vákuumozást az ötvözött kazáncsőalapanyag-gyártásán kívül az ötvözetlen II. és III. fokozatú kazáncsőalapanyagra is kiterjeszteni.

Egy másik korszerű minőségjavító eljárás a folyékony acél semleges gázzal való átöblítése. A külföldi vizsgálatok két irányban folynak. Az egyik semleges gázzal biztosít túlnyomást abban a térben, melybe az acélt lecsapolják [17], a másik irány pedig a hagyományosan gyártott, üstbe lecsapolt acél semleges gázzal való átbuborékoltatása [18]. Az utóbbi módszert próbálták ki a huckingeni műben is csőalapanyagok kezelésére. A 40—160 t súlyú martin- és elektroadagok oxigéntartalma 20—50%-ban csökkent az átöblítés után. Az átöblítési idő 10—30 perc volt, 50—100 Ndm^3/t öblítőgáz (argon, vagy nitrogén) felhasználásával. Csepelen szintén megkezdtük az ilyen irányú kísérleteket a martinmű 40 t-s adagjain a II. és III. fokozatú kazáncsőalapanyagra és egyéb olyan minőségekre, melyekre készgyártmány kis zárványtartalma fontos követelmény.

A különleges csőalapanyagok gyárthatóságáról is meg kell röviden emlékeznünk ennek az előadásnak keretében. A nagy mérőszámú kazáncsövek közül a 10CrMo910 minőség előállítási kísérletei alatt a csövekből kimunkált próbák tartósfolyáshatár-vizsgálati eredményei az előírt katalógus görbék között helyezkedtek el.

Az olajfeldolgozó és petrokémiai ipar számára szolgáló csövek előállítása is egyre időszerűbbé válik [18]. *Wilhelmb Tibor* javaslatára már 1955-ben eredményes kísérleteket folytattunk le például a hidrogén-nyomásálló acélfajták gyártására.

A csőalapanyag-gyártás problémáinak és az új eljárásoknak ismertetése a rendelkezésre álló rövid idő miatt nélkülözi a teljességet. Reméljük azonban, hogy sikerült érzékeltetnünk egyrészt azokat a nehézségeket, amelyekkel az acélgyártónak meg kell küzdenie, másrészt azokat a minőségjavító módszereket, melyek üzemünkben kivitelezhetők, illetve bevezethetők.

IRODALOM

[1] *Creytz, W.—Lautenbusch, G.:* Nahtlose Stahlrohre zur Erschliessung von Erdöl oder Erdgas, Stahl und Eisen, 1963. 13. sz.

[2] *Zdunkiewich, M.:* A jobb minőségű csövek gyártásának fejlődése. Wiadomosci Hutnicze, 1962. december.

[3] *Feller—Kniepmeier, M.—Thiele, M.:* Einfluss von Kupfer- und Zinnverunreinigungen auf die Verarbeitbarkeit von weichem unleigertem Stahl. Stahl und Eisen, 1962. 21. sz.

[4] *Répási G.:* Félig csillapított acélok gyártása. Kohászati Lapok, 1961. 391. o.

[5] *Libertiny G.:* Zárt és nyitott kokillába öntött csőanyag gyártásának és minőségének összehasonlítása. Kohászati Lapok, 1960. 9. és 10. sz.

[6] *Csépai D.:* Az acél leöntése. Mérnöki Továbbképző Intézet. Budapest, 1953.

[7] *Baare, R. D.—Boeckers, E.—Spieker, W.—Beck, H.:* Wege zur Verminderung der Oxideinschlüsse beim Vergiessen und Erstarren kohlenstoffarmer unberuhigten Stähle. Stahl und Eisen, 1962. 22. sz.

[8] *Soborovski, A. A.—Strelko, L. K.—Skulski, M. K.—Rabinovits, E. J.:* Az acél hidrodinamikája a kokillában. Stalj, 1957. 24. oldal.

[9] *Hess, W.:* Beeinflussbarkeit des Sauerstoffgehaltes weicher Siemens-Martin-Stähle bei ihrem Erschmelzen, Stahl und Eisen, 1960. 2. sz.

[10] *Halmi I.:* Csőalapanyag-gyártás a Siemens-Martin kemencékből. 50 éves csepeli kohászat, 1962.

[11] *Plöckinger, R.:* Influence of deoxidation practice on cleanness of steel. Journal of the Iron and Steel Institute, 1963. július.

[12] *Rosegger, R.:* Einfluss des Aluminiums bei der Desoxidation auf die Abscheidbarkeit der Desoxidationsprodukte. Radex Rundschau, 1958. 6. sz.

[13] *Illés B.—Köves F.—Strömpl A.—Szőke L.:* Jelentés csőgyártással kapcsolatos lengyel és csehszlovák tanulmányútról. 1956.

[14] *McCallum, N.—Wynne, J. R.:* Factors Controlling the cleanness of basic open-hearth steels. Clean steel, The Iron and Steel Institute special report 77. 1963.

[15] *Speith, K. G.—Ende, H.—Specht, R.:* Vakuumbehandlung von Stählen in der Giesspfanne. Stahl und Eisen, 1961. 22. sz.

[16] *Szőke L.:* Untersuchungen über die Vakuumentgasung von flüssigem Stahl. Neue Hütte, 1962. 2. sz.

[17] *Houston, R.—Death, F. S.:* Argon degassing of steel. Journal of Metals, 1963. március.

[18] *Speith, K. G.—Steinhauer, O.:* Verfahren zur Spülgasbehandlung von Roheisen und Stahl in der Pfanne. Stahl und Eisen, 1963. 2. sz.

Helytelen—**helyes**

A mintában 1 g/l *mennyiségnél kisebb* króm jelenléte az oldatok mérését nem zavarja. — A mintában 1 g/l-nél **kevesebb** króm jelenléte az oldatok mérését nem zavarja. (Egy oldatban az oldott anyag lehet kevés vagy sok, lehet kevesebb vagy több, de nem lehet sem kisebb sem nagyobb. A mondatban a mennyiség szó felesleges, anélkül is jól érthető, hogy a szövegező mit akar kifejezni.)

Az üzemi mérésekben jelentős szerepet játszik az időigényesség. — **Az üzemben igen fontos, hogy a méréseket rövid idő alatt végezzük el.** (Az üzemben az a kedvező, ha a mérésekhez szükséges idő rövid, itt az igényesség szó nem egyértelmű, de nem is helyes.)

Timföld ipari termékek vanádiumtartalmának meghatározását *eszközöltük* o-danizidin reagens *alkalmazásával.* — **Alumíniumoxid**-ipari termékek vanádiumtartalmát o-danizidin reagens **segítségével határoztuk meg.**

Alumínium-elektrolízis kádak oldalhőszigetelésének számításai*

dr. BALÁZS ENDRE a műszaki tudományok kandidátusa

(Folytatás)

DK 669.712.7 : 662.998.001.24

Az oldalhőszigetelés minőségének változása a katódbélés élettartamának függvényében

Az optimális oldalhőszigetelés kiválasztásához arról is adatokra van szükségünk, hogy milyen mérvű és irányú az oldalhőszigetelés változása a katódbélés üzemi élettartama függvényében.

Ha az elektrolit az oldalfalazási rétegekbe hatol és azokat elroncsolja, helyüket részben elfoglalva, az oldalhőszigetelés mértéke javulhat, vagy romolhat annak függvényében, hogy a dermedt elektrolit ($\lambda = 0{,}75$) mily mértékben helyettesíti egyrészt a szénoldalkoszorút ($\lambda = 4{,}4$), másrészt a tűzálló, vagy hőszigetelő téglaréteget ($\lambda = 0{,}04$—$0{,}6$).

Az oldalhőszigetelés mérvének változását üzem közben tájékoztató jelleggel vizsgáltuk 97 db ugyanazon szériában dolgozó megegyező oldalhőszigetelésű és katódszekrény szerkezetű kád katódszekrény-oldalfal hőmérsékleteinek mérésével. Az elektrolit hőfokok eltérése által okozott szekrényfal hőmérséklet eltéréseket elhanyagoltuk. Tapintó pirométerrel 1—1 szekrényoldalfal 8 pontján mértünk, a munkatér felső szintjétől lefelé



17. ábra. A hőfokmérési pontok elhelyezkedése a kád elvi felülnézeti rajzában

számítva 280 mm távolságra. A *17. ábrán* látható a méréspontok elhelyezkedése a kád felülnézetében. A vizsgált kádtípus oldalszerkezete: anódszénkoszorú táv 0,5 m, szénkoszorú vastagság 0,23 m, keramikus tégla 0,065 m, samottdara 0,03 m, katódszekrény szerkezet zárt vízszintes I-tartókból (1. ábra). A kapott adatokat a *3. táblázatban* csoportosítottuk a kádak katódbélés élettartama függvényében.

A 3. táblázatból látható, hogy míg a rövid oldalakon az oldalbélés hőszigetelő képessége a katódbélés élettartama függvényében nem változik (sőt talán kissé javul), a hosszú oldalakon — különösen azok közepén — fokozatosan romlik. A 2. és 8. ábrából leolvasható a hőfokváltozásnak megfelelő oldalhővezetési tényező változás (Δk) és oldalhőszigetelési tényező változás ($\Delta l/k'$) 0,5 m anód-szénoldalkoszorú táv és 15 C° elektrolit túlhevülésre. Ezeket az adatokat ugyancsak az 5. táblázatban csoportosítottuk. Megjegyzem, hogy a $\Delta l/k'$ itt már az eredeti oldalbélés és az olvadt anyagok kölcsönhatása eredményeképpen a kiinduló geometriai oldalbélés-méretharárokon belül kialakult állapotot tükrözi.

Előző számításainknak megfelelően a 3. táblázatból megállapítható, hogy adott esetben az oldalhőszigetelés-romlás eredményeképpen — egyéb megegyező viszonyokat és állandó oldalfagyást is fenntartva — az elektrolit túlhevítés mértékét a katódélettartam növekedésével kb. 6 C°-kal kell növelni. Ez kb. 1% áram hatásfok-romlással egyenértékű.

Ez adatok részleges magyarázatát adják azon áramhatásfok-romlási tendenciának, melyet a katódbélések öregedésével párhuzamosan az alumíniumelektrolizáló kádakon általánosan tapasztalhatunk.

Példa az anód-oldalkoszorú távolság és az oldalhőszigetelés egyeztetett megválasztására

Az elmondottak alapján konkrét példát mutatunk be az oldalhőszigetelés megválasztását célzó számításmenettel. A példa egyes adatait a *4. táblázatban* csoportosítottuk.

A fejlesztett kád I. változatban a kiinduló oldalhőszigetelés változatlan maradt, a fejlesztett kád II. változatban az oldalhőszigetelést a megváltozott körülményeknek megfelelően számításaink szerint választottuk meg, úgy hogy min. 20 cm olvadt oldalöv szélességet és min. 15 cm oldal-

* I. rész a 6. számban jelent meg.

3. táblázat

Katódszekrény oldalpontjainak hőmérséklete a katódbélés élettartamának függvényében

Megnevezés	Kád, db	Bélés élettartam, nap	Az egyes pontokon mért hőm. átl. értékek, C°			
			No. 4 és No. 8	No. 2 és No. 6	No. 1, 2, 3, 5, 6, 7	A nyolc pont
			átlaga			
1. csoport	26	300-ig	112,2	138,4	127,7	123,6
2. csoport	45	301—1000	109,5	194,4	133,9	127,8
3. csoport	26	1001—1660	108,3	160,2	141,3	133,0
Δt_{3-1}	—	—	— 3,9	+ 21,8	+ 13,6	+ 9,4
Δk	—	—	— 0,04	+ 0,31	+ 0,17	+ 0,1
			0,58→0,54	0,87→1,18	0,74→0,91	0,7 →0,8
$\Delta/\frac{l}{k}$	—	—	+ 0,14	— 0,36	— 0,28	— 0,21
			1,39→1,53	0,71→0,35	0,95→0,67	1,04→0,83

4. táblázat

Kádfejlesztési példa az oldalhőszigetelési követelmények figyelembevétele nélkül és figyelembevételével

Megnevezés		Kiinduló kád	Fejlesztett kád		Különbség I—II.
			I.	II.	
l/k'		0,3	0,3	1,1—1,54*	—
Oldalhőszigetelő réteg hővez. együttható		0,5	0,5	0,06—0,04	—
Olvadt oldalöv-szélesség	cm	20	20	20—25	—
Elektrolit szükséges túlhev. $l_{el} = 20$ cm fenntartásához	C°	21**	35**	15	20
Áramhatásfok, %***		86	83	87	4
Fajl. oldalhőveszt., Kal/óra/m²****		820	1 400	600—480	800—920
Összes feszültség	*V*	4,4	4,1	4,0	0,1
Fajlagos villamosenergia-fogyasztás	kWó/t	15 200	14 600	13 700	900

* A 4. ábra szerint kiválasztva
** A 13. és 14. ábra szerint.
*** Minden 10 C°-ra 2% különbséget számítva
**** A 4. ábra alapján

5. táblázat

Alumíniumelektrolizáló kád feszültségmérlegek

Megnevezés		Blokkanódás (8)	Oldalt. Söderb. (10)	Függ. tüskés Söderb. (9)	Fejlesztett Söderberg anódos II. (lásd 4. táblázat)
Feszültségesés a sínezésben	V	0,10	0,20	0,15	0,20
Polar. fesz.	V	1,70	1,70		1,60
Fesz. esés az elektrolitban	V	1,60	1,50*v*	3,65*v*	
Fesz. esés a katódon	V	0,30	0,30*v*	*v*	2,15
Fesz. esés az anódon	V	0,28	0,50	0,43*v*	
Effekt. fesz.	V	0,10	0,10	0,12	0,05
Összfeszültség	V	4,08	4,3	4,35	4,00
Áramhatásfok	%	88	90	88,5	87
Fajl. villamosenergia-fogy.	kWó/t	14 000	14 000	14 700	13 700

fagyás vastagságot tartottunk szem előtt 15 C°-os elektrolit túlhevítés mellett. A kiinduló $l/k' = 0{,}3$ érték megközelítőleg megfelel a sokszor használt, aránylag gyenge oldalhőszigetelésnek. A hőegyensúlyi számításokat az irodalomban már közölt módon végeztük [1], a kemence összfeszültségének kialakításakor 1,6 V polarizációs feszültséget és 0,2 V sínezési feszültségesést vettünk.

Hangsúlyozom, hogy a számításaink alapján nyert adatok tájékoztató jellegűek, az acél katódkivezetéseken és az elektrolitkérgen keresztül érvényesülő hűtőhatás, a helyesen — a fenékhőszigeteléssel, anódszélességgel és áramsűrűséggel összhangban — megválasztott fémnívó stb. az oldalszigetelés eltérő mérve által okozott különbségeket részben ellensúlyozhatja. A nagyságrendek, illetve aránylagos eltérések azonban megítélésünk szerint helyesek és jellemzőek az oldalhőszigetelés megfelelő megválasztásának fontosságára egy adott kádtípus ismertetett jellegű fejlesztése, illetőleg kapacitás növelése, vagy új kádtípus tervezésekor.

A kád feszültségmérlegének alakulása

A közelmúltban az irodalomban több olyan alumínium-elektrolízis kád feszültségmérleg jelent meg, melyek az eddigi eredményeket, illetőleg a közeljövő lehetőségeit voltak hivatva bemutatni [8], [9]. A legkedvezőbb adatokat blokkanódás kádakra vonatkozóan ismertették, Söderberg-anódás kemencékben a legkedvezőbb közölt összfeszültség oldaltüskés árambevezetéskor 4,3 V, függőleges tüskés árambevezetéskor 4,35 V. Az *5. táblázatban* néhány ilyen feszültségmérleget közlünk. Melettük közöljük egy olyan Söderberg-anódás függőleges tüskés alumíniumelektrolizáló kemence feszültségmérlegét, melynek bevezetése ma már egyebek között a kádak hevítő ellenállása csökkentési lehetőségeinek [1], a függőleges tüskés önsülő anódnak [10] és a katódhőszigetelések megfelelő megválasztásának figyelembevételével kohászatunkban a megvalósulás állapotában van. Végezetül megjegyezzük, hogy anélkül, hogy a kádkonstrukcióban, vagy a használt anyagok fizikai-kémiai tulajdonságaiban valamilyen forradalmi újítást hajtanánk végre, tehát a jelenlegi lehetőségek teljes kihasználásával a közeljövőben alumíniumkohászatunkban bekövetkezhet egy olyan Söderberg-anódos kád kialakítása, melyben 3,7—3,8 V átlagfeszültség és 12 500—13 000 kWó/t fajl. egyenáramu energiafogyasztás érhető el. Ez a szint is tovább lesz majd csökkenthető az elektrolit és az elektróda anyagok tulajdonságainak javításával, a kádkonstrukciók fejlesztésével stb. Az e területen világszerte folyó kísérleti-kutató munka eredményei nem fognak sokáig váratni magukra.

Összefoglalás

1. A katódoldalbélés szerkezete nemcsak a katód élettartamának, hanem az elektrolizáló kád működési hatásosságának is kiemelkedő fontosságú tényezője.

2. A katód oldalhőszigetelés mérvének és

anyagának megalapozott megválasztásával a Söderberg-anód és a szénoldalkoszorú közti távolság az áramhatásfok romlása nélkül csökkenthető, megőrizve ugyanakkor a kád kezelhetőségét és a kádjárat stabilitását.

3. A jelenlegi lehetőségek teljes, komplex kihasználásával a közeljövőben kialakítható a 12 500—13 000 kWó/t fajlagos egyenáramú energiafogyasztású alumíniumelektrolizáló kádtípus.

IRODALOM

[1] *Balázs E.* : Kohászati Lapok 11. 1960. p 505—508.
[2] *Beljajev, A. I.—Rapoport, M. B.—Firszanova, L. A.*: Az alumínium kohászata. Budapest, 1957. 151—185. o.
[3] *Szuskov, A. I.—Trockij, M. A.—Ejdenszon, M. A.* : Metallurgija jogkih. Metallov. Szverdlovszk. 1957. 301—311. o.
[4] *Dr. Albert J.* : A hőszigetelés kézikönyve. Budapest,1953.
[5] The Industrial Heating Engineer London. 1959. febr. p 359—363.
[6] *Mihejev, N.* : Osznovi tyeploperedacsi. Moszkva—Leningrád, 1949.
[7] *Korobov, M. A.—Cüplakov, A. M.—Timcsenko, B. I.*: Cvetnüje Metallü 1962. 2. 49—55. o.
[8] *Grolée, I.* : Revue de l'Aluminium 1962. ápr. p 507—514. o.
[9] *Schmidt, H.* : Erzmetall 1961. szept. 450—457. o.
[10] *Balázs E.* : Kohászati lapok 2—3. 1962. 76—80. o. és 103—107. o.

Egyesületi hírek

A Fémkohászati Szakosztály inotai csoportja 1964. III. 31-én a székesfehérvári csoport II. hó 19-i ankétjának folytatásaként vitaankétot rendezett. A vitaankét 34 szakember részvételével zajlott le. A vitaindító előadást *Barták Imre* okl. kohómérnök tartotta, melynek tárgya: „Ötvözetlen kohóalumíniumból öntött hengerlési tuskó minőségjavítása" volt. Az előadást követő hozzászólások a tuskó minőségjavításával kapcsolatban eddig elért eredményekkel és az elkövetkezendő feladatokkal foglalkoztak.

*

A Fémkohászati Szakosztály 1964. III. 18-án vezetőségi ülést tartott. A vezetőségi ülésen résztvettek: *Köves Elemér* elnök, *Nagy József* titkár, *dr. Domony András, Szalay Jenő, Lomniczy Dezső, Horváth György, Nagy Péter, Kaptay György, Krétai József, Katona Éva, Jánosi Miklós* és *Laár Tibor*.

A vezetőség megtárgyalta és jóváhagyta a Szakosztály 1964. évi munkatervét, valamint jóváhagyólag tudomásulvette a csepeli csoport jelentését a májusi „Híradástechnikai Konferencia" szervezésének állásáról

Elfogadta dr. *Domony András* beszámolóját az Alumínium című lap előkészítésének helyzetéről. Jóváhagyta azon előterjesztést, amely a lap előkészítésével és szervezésével foglalkozó bizottság létrehozására és összetételére vonatkozott. A bizottság vezetője dr. *Domony András*, helyettese *Laár Tibor*, tagjai: *Réfi Oszkó István, Tóth Mihály, Baranyai György, Jeszenszky István, Ádám János, Solymár Károly* és *Zakar Mihályné*.

A Szakosztályvezetőség megerősítette korábbi állásfoglalását, amely szerint a jövőben egyes fontosabb népgazdasági célkitűzések vizsgálatával továbbra is munkabizottságban fog foglalkozni.

A magyaróvári csoport 1963-ban a kádkőgyártással kapcsolatosan készített tanulmányát a vezetőség dicséretben részesítette.

Nagy József

*

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya április hó 20-án vezetőségi ülést tartott. Az ülésen résztvettek vendégként *Hammer Ferenc* a Vaskohászati Igazgatóság vezetője, *Óvári Antal* főtitkár, *Pilter Pál* elnök, *Szeless László* alelnök, *Gruber Imre* titkár, *Árkos Frigyes, Felföldi Zoltán, Kondoray Egon, Latinák István, Nagyenyedi József, Pőcze László, Szőke László, Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Bajzáth András* a dunaújvárosi, *Horváth Gyula* a csepeli és *Sztehlik László* a diósgyőri csoport titkára.

Pilter Pál elnök az ülést megnyitotta s legelőször *Sztehlik Lászlót* üdvözölte mint a diósgyőri megélénkülő egyesületi élet új titkárát. Majd felkérésére a vezetőség megtárgyalta az 1964. évi nagyrendezvények előkészítésének helyzetét.

Először *Pőcze László* ismertette a Balatonszéplakon május 26—28-ig tartandó „Anyagvizsgáló Napok" előkészítésének állását.

Ezután *Bajzáth András* közölte a május 20—22-ig rendezésre kerülő Kohászati Automatizálási Konferencia és a Balatonszéplakon szeptember 4—7-ig tartandó Metallurgus Konferencia előkészületeit.

Negyenyedi József beszámolt az április 1-én tartott Hőállóacél Konferencia eredményéről, majd ismertette a december 7—9-én. Az acélok hegeszthetősége" című a GTE hegesztő szakosztályával együtt tartandó rendezvényt. Folytatólagosan beszámolt a „Rugók és ötvözött huzalok gyártási problémái" című konferencia előkészületeiről.

Sztehlik László bejelentette, hogy a diósgyőri csoport a „Kohászati anyagmozgatás" című ankétot júniusban rendezi.

A vezetőség *Latinák István* javaslatára elhatározta, hogy 1965-ben egy Kovács Konferenciát rendez.

Ezután a vezetőség a jelentkezők közül 9 új tag felvételét fogadta el.

Pilter Pál elnök a vezetőség javaslatára a következő vezetőségi ülést május 25-re tűzte ki, majd megköszönve a részvételt az ülést bezárta. *Á. F.*

*

Tudományos-műszaki kohászati energiagazdálkodási kollokvium Berlinben.

Hasznos, érdekes, példamutató kezdeményezés volt a keletnémet Bánya- és Kohómérnökök Társasága (Gesellschaft Deutscher Berg- und Hüttenleute) által 1964. ápr. 14—15-én Berlinben rendezett kollokvium, amely *Rabes, F.* brandenburgi mérnök vezetésével zajlott le az akadémia nagytermében, mintegy 120 hallgató előtt. Egyesületünk képviseletében *dr. Nahoczky Alfonz*, üzemeinkből *Horváth Károly* (OKÜ), *Mészáros István* (LKM), *Gergely József* (Csepel Fémművek) és *Ferling György* (Inotai Alumínium Kohó) hallgatták meg. Két nap alatt 12 nívós előadás hangzott el, élénk vitával kísérve. Az előadásokat főleg fiatal mérnökök tartották a kohászati energiagazdálkodás ottani problémáiról. Szerepeltek itt az acél- és hengermű fajlagos hőenergiamutatóinak változásai s ez üzemek vízgazdálkodása, automatizálás és szabályozás, a hulladékmeleg értékesítés műszaki és gazdasági kérdései, a földgáz és generátorgáz cseréje, a nagyolvasztók szélgazdálkodásának energetikai problémái, az elektromos melegítés fajlagos mutatóinak csökkentése s a lengyel kiküldött előadásában a zárt körfolyamatú kohógázgazdálkodás.

Élénk benyomást tett kiküldötteinkre az a nívós műszaki harc, ami az ottani, a mienknél is nagyobb energiasivárságban a hőgazdálkodás terén folyik. A nekünk is tanulságos megoldásokról, javaslatokról az előadott anyag megérkezése után részletesebb beszámolót adunk a Kohászati Lapokban. De már most felvetjük azt a gondolatot, hogy az ottani kezdeményezést követve energiagazdálkodásunk — ezen belül a kohászat mint nagy energiafogyasztó csoport — fejlesztése érdekében célszerű lenne egy külön kohászati energia ankét megtartása éspedig külföldiek részvételével. *dr. Nahoczky Alfonz*

Új acélgyártó eljárás, a vákuumos olvasztás*

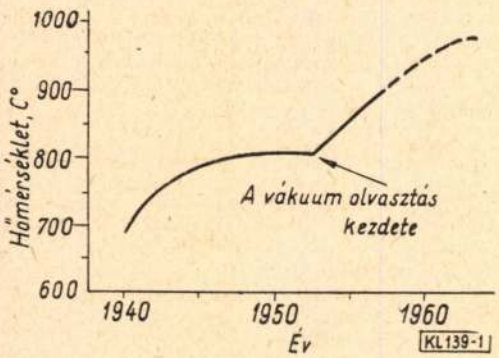
MARTIN IMRE
okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 533.59 : 669.187.25

A második világháború alatt, de sokkal erőteljesebben a háború után a gázturbinagyártás, a híradástechnika (ezen belül leginkább a kibernetika), a műszergyártás, a rakétatechnika és a magfizika — bámulatos fejlődése során — mind komolyabb és komolyabb követelményeket támasztott, illetve támaszt a kohászattal szemben. Az eddigi eljárásokkal gyártott acélok és ötvözetek, elsősorban szennyezettségük miatt nem tudják kielégíteni a megnőtt követelményeket és így a kohászoknak olyan új eljárásokat kellett keresniök, melyekkel lehetővé vált igen nagy tisztaságú ötvözetek előállítása, továbbá olyan nagy oxigénpotenciálú elemeket kellett ötvözőként felhasználni, melyek a szokásos eljárásokhoz egyáltalán nem, vagy pedig csak igen rossz ötvözési hatásfokkal használhatók.

Számos ilyen eljárás alakult ki, melyek többékevésbé az acélok és ötvözetek minőségjavítását szolgálják. Ilyenek a vákuum, a védőgáz, a szintetikus salakok alatti olvasztások, öblítőgázok befúvása az olvadt fürdőbe stb. Előadásomban csak a vákuumolvasztásos módszerekkel kívánok foglalkozni és csak azokkal, amelyek az idők során nagymérvű ipari bevezetést nyertek.

A vákuumolvasztás aránylag már régi eredetű. 1860-ban fogadták el az első idevonatkozó amerikai szabadalmat. Az első termelő vákuumolvasztó berendezést pedig *Rohn, W.* dolgozta ki és szabadalmaztatta 1918-ban. Az ellenállásfűtésű berendezésben krómnikkel acélokat olvasztottak 300 kg adagsúlyban, max. 2 torr vákuumban. A második világháborúban ugrásszerű fejlődést értek el a



1. ábra. Hőálló acélok üzemi hőmérsékletének fejlődése

vákuumszivattyúk építésében, ez pedig az 1950-es években lehetővé tette a vákuumolvasztás rendkívül erős fejlődését. Az elmúlt 15 év alatt teljes létjogosultságot nyert a különleges acélok és ötvözetek gyártásában.

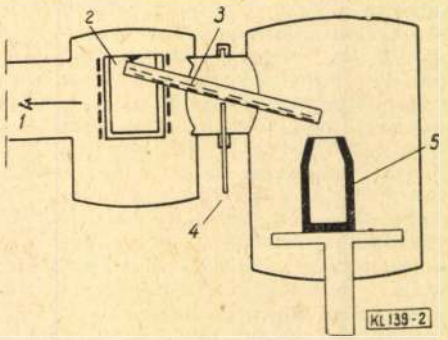
Az *1. ábrán* az üzemileg termelt hőálló ötvözetek felhasználási hőmérsékletének az elmúlt 15 évben bekövetkezett emelkedése látható. Világosan kitűnik, hogy az üzemi hőmérséklet nagymérvű emelkedése a vákuumolvasztás ipari megvalósításának idejével esik egybe.

Vákuumolvasztó módszerek

Az eljárás lényege, hogy mind az anyag olvasztását, mind a folyékonyfém kokillába vagy formába való öntését vákuumban, magát az olvasztást indukált árammal, villamosívvel, vagy elektronsugarakkal végzik. Az első két eljárást széles körben használják a vaskohászatban, míg az utóbbi napjainkban kívánja bebizonyítani létjogosultságát.

1. Vákuum-indukciós eljárás

A berendezés lényegében egy szokásos középfrekvenciás indukciós olvasztókemence, ahol az olvasztó rész (tekercs, tégely) egy tartályban helyezkedik el és légtere a hozzátartozó szivattyúkkal a kívánt mértékig evakuálható. A szerkezet megoldása alapján az olvasztás folyamán — a vákuum megszakítása nélkül — minden olyan művelet elvégezhető benne, ami az atmoszférás olvasztáskor szükséges. Ezért a tartályon megfelelő adagoló, hőmérsékletmérő, próbavevő, meredvénytörő berendezést helyeznek el.



2. ábra. 2200 kg-os indukciós vákuumkemence vázlata 1200 kVa 900 Hz

1 = csatlakozás a szivattyúkhoz, 2 = olvasztó tégely, 3 = csatorna, 4 = szelep, 5 = kokilla

A *2. ábrán* egy 2,2 tonnás üzemi vákuumolvasztó berendezés vázlatát láthatjuk (Kelsey-Hayes Co., USA), mely jelenleg a világ egyik legnagyobb vákuumindukciós kemencéje és 1958 óta van üzemben. Azzal a szerkezeti megoldással, hogy a kokillákat az olvasztótartálytól szeleppel elzárható, különálló, evakuálható tartályban helyezzük el, az üzem folyamatossá tehető. Csapoláskor az acél a tűzálló anyaggal bélelt eltolható csatornán át jut a kokillába. A megoldás előnye, hogy az olvasztótégely addig tartható vákuum alatt, amíg a tuskók elszállítása tart. Hátránya a csatorna, amelyből a folyékony fém öntés alatt oxigént vehet fel. Az újabb megoldásokban a

* Előadásként elhangzott 1963 szeptemberben a III. Kohászat Szabadegyetemen

kokillatartályt az olvasztótartály alatt helyezik el. Öntéskor a kokillát hidraulikus emelőkkel emelik a buktatható tégely csapolócsatornájához és öntés után visszasüllyesztik a kokillatartályba. Ezzel kiküszöbölhető a hosszú csatorna káros hatása. Az adagolóberendezés is külön evakuálható és így lehetővé válik az adagközben, a vákuum megszakítása nélkül végzett ötvözés. A General Electric Metallurgical Products Department (Ditroit) ilyen szerkezetű kemencéjében az olvasztást annyira folyamatossá tették, hogy az olvasztótartályban levő vákuumot hosszabb ideig sem kell megszakítani. Ez igen fontos, mert a kemencetér minden egyes nyitásakor a levegőből nagyobb mennyiségű nedvesség adszorbeálódik a tartály falára, ami egyrészt megnehezíti a jobb vákuum elérését, másrészt a nedvességből származó oxigén a fürdőbe jutva kedvezőtlenül hat az ötvözet tulajdonságaira. A levegő adszorbeálásának csökkentésére a tartályt belső felületén fényesre polírozott rozsdamentes lemezből készítik. Ez szükséges a kondenzálódott fémgőzök tisztításának könnyítése miatt is.

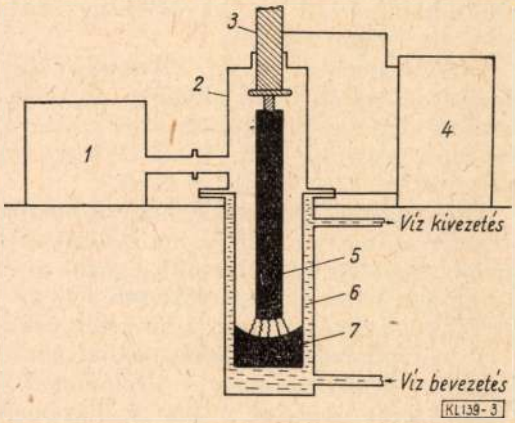
Az olvasztás indukciós fűtéssel tűzálló oxidokból készült tégelyekben folyik. A végtermék minőségére és az olvasztás gazdaságosságára döntő fontosságú a használt tűzálló oxidok minősége. Tiszta, legtöbbször olvasztott, illetve zsugorított oxidokat használnak az adott olvasztási programnak és a tégely méretének megfelelő szemcseösszetételben. A gyakorlatban használt tégelyanyagok (döngölőmasszák) az olvasztott magnéziumoxid (periklasz), alumíniumoxid, olvasztott dolomit, cirkonoxid. A tűzállóanyagok nagyfokú kémiai tisztasága a később tárgyalandó tégelyfürdő reakciók szempontjából igen fontos. A tégelyanyagok kiválasztásakor a fürdő-tégely közti reakciók, a tűzállóoxid hővezetőképessége (repedésérzékenység) a zsugorodóképesség és a kész tégely mechanikai szilárdsága játszik szerepet.

Az irodalmi adatok szerint a magnéziumoxidból készült tégelyek tartóssága 35—40 adag. A 7 : 3 arányban kevert magnéziumoxid és alumíniumoxid masszából készített tégelyek tartóssága 250—1000 kg-os kemencékben 35 adag.

Hazai üzemeinkben magnéziumoxid, alumíniumoxid és dolomit tégelyeket használnak, világviszonylatban is kiváló tégelytartósságot érve el. Pl. 50% MgO + 50% Al_2O_3 keverékből megfelelő eljárással — üzemi viszonyok között — zsugorított tégelyek tartóssága (híradástechnikai ötvözetek olvasztásakor) 100—150 adag. A magnéziumoxidot elsősorban a tégelyreakciókra igen érzékeny tisztavasak, tisztafémek olvasztására használják. Olyan ötvözetek olvasztásához pedig, ahol megengedett az Al- és Zr-szennyeződés, kedvezően használhatók az alumíniumoxid és cirkonoxid tégelyek.

2. *Vákuum-villamosíves eljárás*

A villamosíves vákuum-kemencéket eredetileg a nagy olvadáspontú és nagy oxgénpotenciálú fémek olvasztására dolgozták ki, fejlődésük folyamán azonban mind többfajta ötvözetet, sőt ma már az acélfajták széles skáláját olvasztják benne. Rohamos elterjedésük a kohászatban szintén az 1950-es évekre tehető, amikor lehetővé vált mind nagyobb méretű tuskók gyártása. Jelenleg a világ legnagyobb villamosíves vákuum-kemencéje 100 tonnás, melyet a Heraeus cég épített. A kedvelt típusok 10—40 tonnásak, szerkezeti megoldásuk lehetővé teszi 2—6 tonnás tuskók öntését is. Kétféle megoldás használatos a gyakorlatban: leolvadó, illetve tartós (permanens) elektródával dolgozó módszer. Az iparban számos előnye miatt az előbbi terjedt el nagyobb mértékben.



3. ábra Leolvadó elektródás villamosíves vákuumkemence vázlata
1 = vákuumrendszer, 2 = kemence, 3 = elektródatartó, 4 = egyenirányító és műszertábla, 5 = leolvadó elektróda, 6 = vízzel hűtött tégely, 7 = tuskó

A *3. ábrán* egy leolvadó elektródás villamosíves vákuumberendezés vázlatát láthatjuk.

Az olvasztást általában egyenáramú villamosívvel végzik, ilyenkor a katódát az átolvasztandó ötvözetből készült leolvadó elektróda képezi, míg az anóda vízhűtéses réztégely, mely egyúttal kokillaként is szolgál. Röviden, a berendezés egy gigantikus méretű hegesztőgépnek felel meg. A katód és az anód közti villamosív oly nagy hőmérsékletre hevíti az elektródát, hogy a vége megolvad. A megolvadt fém az elektródáról a vízhűtéses rézkokillába csepeg, miközben gáztalanodik és tisztul. Az elektródából a fürdőbe jutó nemfémes zárványok habként az ömledék felületén gyűlnek össze, igen tiszta tuskót biztosítva.

Az áramerősség a kemence teljesítőképességétől függően 5000—35 000 A, míg az ív feszültsége 17—26 V.

Lényeges problémát okoz a villamosív hosszúságának szabályozása és a stabilis ív biztosítása. A stabilis ív jellemzője, hogy állandóan a fémfürdő és az elektróda között marad és nem kúszik fel egyrészt az elektródán, másrészt a kokilla falán. A nem stabilis ív nagy mértékben rontja az olvasztási teljesítményt és könnyen a kokilla falának kiolvadásához vezet, ami veszélyes robbanásokat okozhat. Az ív stabilitását nagy mértékben módosítja a kemencetérben, illetve az ívrészben uralkodó nyomás és áramerősség. Meghatározható egy olyan kritikus nyomás, mely felett az ív nem stabilis, alatta pedig stabilis (pl. vas elektródák 1600 A áramerősségen kb. 5×10^{-1} torr, viszont

600 A-en 3×10^{-2} torr). A stabilis ív biztosításához nagy áramerősség és nagy vákuum szükséges.

A villamosívet általában elektronikus berendezéssel szabályozzák, amely az ív feszültségváltozási és áramerősségváltozási impulzusait viszi át az elektródákat mozgató mechanizmusra.

Az elektródát vagy úgy mozgatják, hogy az elektródákat egy láncra felfüggesztett előtoló rúdhoz erősítik (hegesztéssel, vagy csavarkötéssel), s így van kapcsolatban a mozgató mechanizmussal, vagy a kapcsolatot fogasléccel ellátott előtolórúddal és fogaskerékáttétellel oldják meg. Az áramot vagy úszókábelekkel, vagy csúszó és gördülő érintkezőkkel vezetik be. Az előbbi megoldás kedvezőbb és üzembiztosabb.

A kemencetérben az olvasztás folyamán nyomásgrádiens áll fenn, mivel az ömledék és az elektróda alsó felülete között levő résben (ívtér) a vákuum rosszabb (kb. 1×10^{-1} torr), mint a kemencetérben (10^{-2} — 10^{-3} torr).

A nyomáskülönbség oka, hogy a kokillafal és az elektróda közti szűkebb keresztmetszetben a nagyobb ellenállás miatt lassúbb a gázok áramlása. Az aránylag nagy ívhőmérsékleten fellépő nagymérvű fémgőzölgés is rontja az ívtér vákuumát.

A leolvadó elektródás olvasztókemencék teljesítménye aránylag nagy. Általában 0,5—0,7 kg/1000 A/perc és így pl. 20 000 A-es áramerősséggel 600—850 kg acél/óra az olvasztás sebessége.

A nagy olvasztóteljesítmény azonban nem minden szempontból kedvező. Ez esetben ugyanis a kokillában levő olvadt fémréteg vastagsága nagyobb lesz s megnő a lunker és a dúsulás mérve. A legkedvezőbb folyékony fémrétegvastagság, illetve tuskóminőség 400 A/100 mm tuskóátmérővel kapható.

A leolvadó elektródákat levegőn olvasztott, az előírt összetételnek megfelelő ötvözetből készítik kovácsolással, öntéssel, vagy tiszta fémeket a fémporok, vagy szivacsok összesajtolásával. Az öntő eljárás olcsóbb. A szivacsból préselt elektródák használatára a vaskohászatban esetleg a vasszivacs ily módon végzett átolvasztásakor lehet gondolni. Hangsúlyozom, hogy annál tisztább és jobb minőségű az átolvasztás végén kapott tuskó, minél tisztább az elektróda anyaga. Helytelen tehát az a sokszor hangoztatott nézet, hogy vákuumolvasztással a rosszul gyártott acél oly mértékig megjavítható, hogy így egyenértékű egy kiváló módszerrel gyártott, levegőn olvasztott anyaggal.

Röviden megemlítem még a villamosíves olvasztáskor kapott tuskó minőségét. Mint már említettem, az első és legfontosabb követelmény az elektróda megfelelő tisztasága és homogenitása. A villamosíves eljárással olvasztott tuskóban az egyes ötvözők dúsulása jóval kisebb mérvű, mint pl. az indukciós kemencében olvasztott és öntött tuskóké. A dermedés alulról felfelé megy végbe, megfelelő folyékony rétegekkel tehát függőleges irányú dúsulás nincs és a sugárirányú is csekély mértékű. Olyan nagy átmérőjű tuskókban azonban, amelyek dermedési időtartama jóval hosszabb, mint az olvasztási idő (vastag folyékony réteg), már erősebb dúsulások lépnek fel, különösen a Mo, W és Ti vonatkozásában. A dúsulások teljes kiküszöbölésére és a finomabb primér szövetszerkezet elérésére a kokilla köré szolenoidtekercset helyeznek el, ami keveri a folyékony réteget, meggátolva a dúsulást és a nagyméretű dendritek kialakulását. Ezzel a módszerrel igen nagy méretű tuskók olvasztása is lehetséges kiváló minőségi eredménnyel. Ugyanekkor indukciós kemencében — ahol a tuskók dermedése azonos a közönséges eljárással öntött tuskókéval — csak max. 400 mm ∅-jű és 1300 kg súlyú tuskók önthetők aránylag megfelelő minőségben. Ebben az esetben ui. a tuskó erősen dúsul. Különösen erős központi dúsulásra hajlamosak a nagy fajsúlyú ötvözőket (Mo, W stb.) tartalmazó ötvözetek. A nagyobb tuskók dúsulása csökkenthető erőteljes függőleges irányú hűtéssel (pl. a kokilla h/d arányának csökkentése, kúposság növelése stb).

A tartós (permanens) elektródával működő kemencék szintén egyfázisú ívkemencék, ahol az elektródát igen magas olvadáspontú fém (W, Th) képezi katódként, míg az anód vízhűtéses fémteknő.

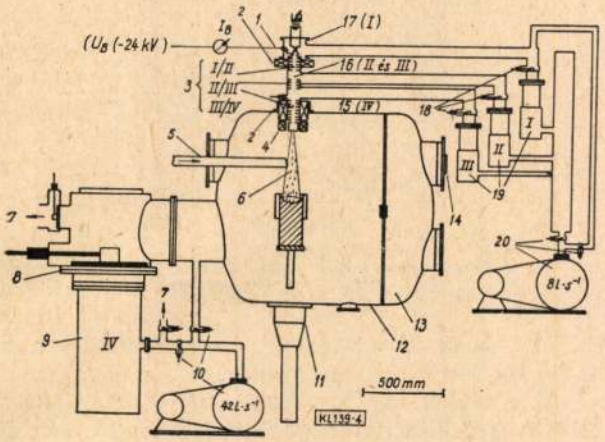
Egyes megoldásokhoz a fémedényt tűzálló anyaggal vonják be s ilyenkor működése azonos az acélgyártásból már ismert fenékelektródás kemencékével. Az olvasztandó betétet ebbe a teknőbe helyezik és olvasztják meg a tartós elektróda és a betét közt fellépő villamosív segítségével. A vízhűtéses edény falán a betétből meghatározott vastagságú kéreg képződik és tulajdonképpen ez képezi magát a tégelyt. Az olvasztóteknő buktatható, úgyhogy formaöntvények gyártására is alkalmas. Megfelelő adagolóberendezéssel lehetséges az olvasztás közben végzett ötvözés is. Szuperötvözetek és hőálló fémek hulladékainak beolvasztására és leginkább formaöntésre használják. Védőgázban (argon) való olvasztásra is alkalmas. Az e kemencetípussal gyártott anyagok igen kis hányadát képezik a vákuumkohászat termelésének. A formaöntés céljaira a vaskohászatban az indukciós kemencéket használják.

3. Az elektronsugaras eljárás

Az elektronsugaras olvasztási módszer kifejlesztését a Ta, Nb és Zr olvasztása tette szükségessé. Újabban kezdik csak használni az igen nagytisztaságú acélok és szuperötvözetek olvasztására, de nagy fajlagos energiafogyasztása és költségessége miatt még nem tudott elterjedni. A fajlagos költségek csökkentésére irányuló kísérletek azonban biztatók és remény van arra, hogy ennek az eljárásnak is ki tudjuk használni számos metallurgiai előnyét az üzemszerű termelésben. Jelenleg külföldön 500 kW és 1200 kW teljesítményű kemencék tervezése folyik.

Az eljárás lényege, hogy a leolvadó elektródás olvasztókemencéhez hasonló berendezésben az olvasztást villamosív helyett elektronsugarakkal végzik. A kemence úgy működik, mint egy óriásméretű elektroncső. Az izzó katód, vagy elektronágyú által kibocsátott — a 10^{-4}—10^{-5} torr-os vákuumban és az erős elektromos mezőben felgyorsult — elektronok bombázzák és megolvaszt-

ják az elektródát. Az elektródán megolvadt acélcseppek a vízhűtéses kokillába, illetve kristályosítóba esnek és ott összegyűlve dermednek meg. Az elektronsugárzás egy részét azonban úgy irányítják, hogy a kokillában levő fém biszonyos hányada olvadt állapotban maradjon, sőt túl is hevüljön, ezzel a legkedvezőbb tisztulási és dermedési viszonyokat biztosítva. Az újabb berendezésekben a megdermedt tuskót az olvasztás folyamán megfelelő berendezéssel folyamatosan kihúzzák a kristályosítóból, kihasználva a folyamatos öntés már ismert számos előnyét.



4. ábra. Elektronsugaras vákuumolvasztó berendezés vázlata (60 kW)

1 = elektronsugárzó, 2 = mágneses lencse, 3 = rekeszelőrendszer, 4 = mágneses kitérítő rendszer, 5 = leolvadó elektróda, 6 = elektronsugár, 7 = Root-szivattyúhoz, 8 = szelep, 9 = diffúziós szivattyú (3000 l/s, p = 10^4 torr), *10* = elővákuum szelepek és szivattyúk (42 l/s), *11* = toldalék a folyamatos öntéshez *12* = kettősfalú vízzelhűtött üst, *13* = kemence ajtó, *14* =figyelő ablak, *15* = kemencetér (IV), *16* = sugárzótér (II és III), *17* = sugárzókamra (I), *18* = szelepek, *19* = diffúziós szivattyú (120 l/s), *20* = elővákuum és szivattyúk (8 l/s)

A *4. ábrán* egy 60 kW-os, vízszintes elektródával működő, elektronsugaras kemence szerkezetét láthatjuk. Az elektronsugarakat kétpólusú elektronsugárzó (elektronágyú) — amelyet a rekeszelő rendszer és különböző nyomású vákuumkamrák választanak el az olvasztótértől — löveli az elektródákra, illetve a kokillában levő fém felületére.

Az elektronsugarat mágneses lencsékkel szabályozzák. A felső mágneses lencse az elektronsugarakat tartja össze a rekesznyílásoknak megfelelően, míg az alsó a sugár energiáját (sugárkeresztmetszetet) szabályozza és irányítja az olvasztandó anyagra oly módon, hogy a katódfolt átmérője 50—5 mm között változtatható. 5 mm katódfolt átmérővel az olvasztandó anyag 1 cm²-ére jutó energiasűrűség 300 kW, mellyel minden szilárd test megolvasztható.

Az alsó mágneses lencsével és a mágneses kitérítő rendszerrel az elektronsugarakat úgy irányítják az elektródára és a tégelyben levő anyagra, hogy az elektróda egyrészt megfelelő sebességgel olvadjon, másrészt a kokillában levő anyag a kívánt hőmérsékletre felhevíthető legyen. Az elektróda végén néhány mikron vékony folyékony film képződik, amely még a lecsöppenés előtt erőteljesen gáztalanodik. A további gáztalanodást és a zárványkiválást segíti elő az is, hogy a fém egy része a kokillában folyékony állapotban tartható. Az elektronsugaras kemencékben a gáztalanodás és a zárványkiválás körülményei ennélfogva sokkal kedvezőbbek, mint a másik két eljárással.

Az ismertetett 60 kW-os berendezésben 1 kg acél megolvasztásakor a mellékberendezések, szivattyúk stb. energiafelhasználása nélkül 0,71—0,74 kWóra energiafelhasználást mértek. A jelenleg tervezés alatt álló 1200 kW-os kemencével — amelyben 2 m átmérőjű tuskó olvasztása válik lehetővé — ez az érték várhatóan 0,62 kWóra/kg-ra csökken.

Az elektronsugaras kemencék előnye, hogy a kemencetérben uralkodó, rendszerint nagy vákuum miatt erőteljes a gáztalanodás, az olvadék jó túlhevítése miatt igen kedvező a nemfémes zárványok eltávozása, tégelyreakció nincs, megfelelő szerkezeti megoldással az olvasztás közben végzett adagolás és ötvözés is lehetséges, kihasználható a folyamatos öntés számos előnye, félvezetők és nemvezető anyagok is megolvaszthatók benne. Hátránya a viszonylag nagy fémelgőzölgés és az, hogy az olvasztás csak 10^{-2} torr-nál kisebb vákuumtartományokban lehetséges.

A vákuumolvasztás metallurgiája

Vákuum alatti olvasztáskor a folyamatok a csökkentett nyomás miatt eltérnek az atmoszférán végzett olvasztásokétól, nevezetesen a gáztalanodás és disszociáció, a dezoxidáció, a tégely és a fürdő közti kölcsönhatás, az alkotók elgőzölgése.

1. Gáztalanodás, disszociáció

Az O, H és N a fürdőben atomos állapotban oldódnak és oldhatóságuk a Sieverts-törvény értelmében a fürdő feletti gáz parciális nyomásának négyzetgyökével arányos.

$$a_A \cdot [A\%] = K_A \sqrt{p_A} \qquad (1)$$

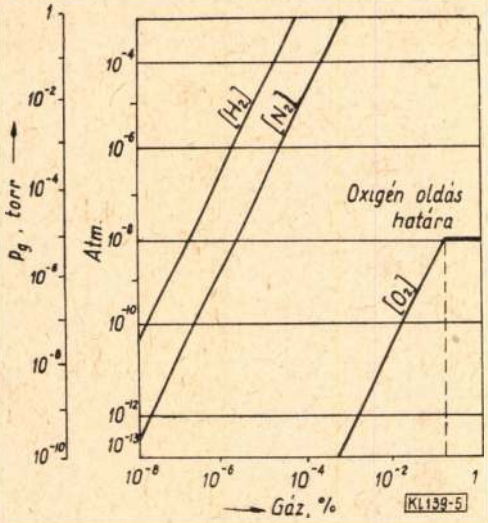
ahol a_A a gáz aktivitási együtthatója,
A az acélban oldott gáz %-ban,
K_A egyensúlyi állandó,
p_A a gázfázisban levő gáz parciális nyomása.

Az egyes gázok egyensúlyi állandói 1600 C°-on 1 atm. nyomáson :

$$K_{H_2} = 2{,}7 \cdot 10^{-3}\,;\; K_{N_2} = 4 \cdot 10^{-2}\,;\; K_{O_2} = 2{,}6 \cdot 10^{3}$$

Az *5. ábrán* az egyes gázok tiszta vasban való oldhatóságát láthatjuk különböző parciális nyomásokon, a Sierverts-törvény alapján számolva. A diagramból látható, hogy a N és H messzemenő csökkentése már aránylag kis vákuumban lehetséges volna, azonban a különböző kinetikai tényezők (diffúzió, ferrosztatikus nyomás stb.) ezt nem teszik lehetővé és így a gyakorlatban az egyes nyomástartományokban az elméletieknél jóval nagyobb értékeket kapunk.

A különböző ötvözőelemek is módosítják a gázok oldhatóságát, ami az (1) egyenletben az aktivitási együtthatóban jut kifejezésre. A H aktivitási együtthatójára számszerű adat még nem áll rendelkezésünkre, de tudjuk, hogy a Ti és Ta

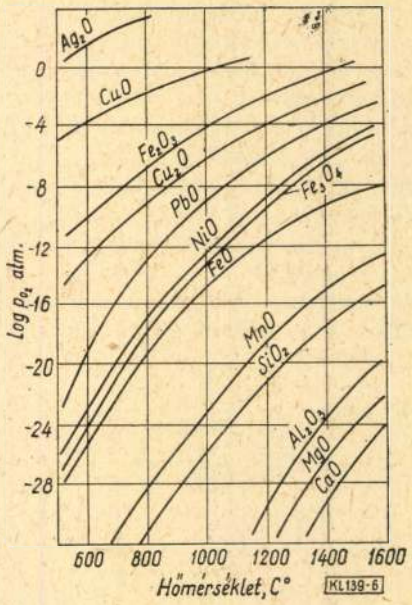


5. ábra. Gázok oldhatósága a vasban különböző parciális nyomásokon

csökkenti, a Si pedig növeli. A N aktivitási együtthatója ismert.

Az O max. oldhatósága a vasban 1600 C°-on 0,26%, melynek a diagramon 10^{-8} atm. ($1{,}3\times10^{-5}$ torr) felel meg. Ebből következik, hogy az O csökkentéséhez 10^{-5} torr-nál nagyobb vákuum szükséges, ez viszont üzemi kemencékben nem biztosítható.

Az ötvözött acélok olvasztásakor jelenlevő egyéb oxidok sem disszociálnak, mert a lehasadó O parciális nyomása — mint ahogy ez a *6. ábrából* is látható — a rézoxidot kivéve jóval kisebb, mint az üzemileg előállítható vákuum nagysága. Pl.



6. ábra. A fémoxidok bomlásakor lehasadó oxigén parciális nyomása logaritmusának a hőmérséklettel való változása

1577 C°-on az FeO 9×10^{-6}, az SiO_2 9×10^{-3}, az Al_2O_3 1×10^{-17} torr-on disszociál.

A nitridek (Fe_4N; CrN; BN, VN), kivéve a titán- és cirkonnitrideket (TiN; ZrN), 1700 C°-on 10^{-3}—10^{-4} torr-os vákuumban disszociálnak és így a kötött N nagyrésze eltávolítható.

A szokásos vákuumolvasztó módszerekkel tehát csak a H- és N-tartalom csökkenthető, míg az O-tartalom nem. Az utóbbi csak dezoxidációs folyamatok révén távolítható el.

(Folytatjuk)

Műszaki eseménynaptár

Júl.

1. 50 éve (1914) nyílt meg a 81,3 km hosszú Panama-csatorna a kereskedelmi forgalom számára.
2. 115 éve (1849) halt meg az užoni csatában *Gábor Áron* (szül. 1814) a szabadságharc híres ágyúöntője.
2. 35 éve (1929) indult meg a villamosított fogaskerekű vasút a Svábhegyre (mai Szabadság hegyre).
4. 30 éve (1934) halt meg *Curie, Marie, (M. Slodowska)*, Nobel díjas lengyel származású fizikusnő (szül. 1867) aki férjével 1898-ban felfedezte a rádiumot.
4. 90 éve (1874) indult meg a Svábhegyre (mai Szabadsághegyre) a gőzüzemű fogaskerekű vasút, Európa egyik legrégibb ilyen jellegű vasútja.
7. 110 éve (1854) halt meg *Ohm, Georg Simon* német fizikus (szül. 1787), az elektromosság egyik úttörője, az Ohm-törvény megfogalmazója.
15. 150 éve (1814) indult próbaútjára *Stephenson, Georg* angol mérnök (1781—1848) My Lord nevő gőzmozdonya.
17. 120 éve (1844) született *Wartha Vince* magyar vegyész (megh. 1914.) a természettudományok XIX. századi felvirágzásának egyik nagy magyar harcosa, az eosin-máz felfedezője.
24. 50 éve 1914-ben halt meg *Martens, Adolf* a kiváló anyagvizsgáló, akiről az acélok martensit nevű szövetelemét elnevezték.
26. 55 éve (1909) halt meg *Schenek István* a selmecbányai Bányászati Akadémia tanára, a MTA levelező tagja (szül. 1830), a Schenek—Farbaky-féle akkumulátor egyik feltalálója.
30. 75 éve (1889) indult meg az első villanyvasúti vonalon (BVVV) a forgalom a Stáció utca és az Orczy tér között.

A csőhideghúzás termelékenységének meghatározása a húzások száma és a redukció függvényében*

PROHÁSZKA MÁRTON

DK 621.774.004.17

Kifogástalan felületű, pontos méretű acélcsöveket hegesztett, vagy melegen hengerelt alapanyagból hideghúzással lehet előállítani. A hidegen húzott csövek választéka az MSZ 2898, illetve MSZ 2899 szabványok előírásai szerint igen nagy. Legyártásukhoz — alapanyagként — azonban csak néhány kiinduló méret áll rendelkezésre. Ezért a szabvány szerinti kész méreteket általában 2—4, sok esetben azonban ennél is több, 4—7 húzással kell előállítani. Ez a gyártás munkaigényességére mutat. S mivel ma a termelés súlyponti feladatai közül mindinkább előtérbe kerül a termelés gazdaságossága, szükségessé vált a hidegalakítás gazdaságossága és munkaigényessége között fennálló kapcsolat meghatározása.

A dolgozatban a következő jelöléseket használjuk:

G_i a cső induló folyómétersúlya, kg/m
G_k a kész cső folyómétersúlya, kg/m
l_1, l_2, l_3 stb. az első, a második stb. húzó műveletkor áthúzott csőhossz, m
l_k a húzott kész cső hossza, m
L az egy cső gyártásakor húzott összes hosszúság, m
L_{min} az L-nek a legkisebb munkaigényességet biztosító összes hosszúsága, m
L_t a jelenlegi gyártási módszerrel (húzással) nyert tényleges összes hosszúság, m
L_t' a kísérleti húzáskor az összes hossz, m
n az egy csövön végzett húzások száma
N_1, N_2, N_3 stb. az első, a második húzó műveletkor a nyújtás mértéke, %
N_1', N_2' stb. a kísérleti nyújtás mértéke,
N_A az átlagos nyújtás,
N_{max} a megengedhető legnagyobb nyújtás,
$N_{\bar{o}}$ a három húzásra megengedhető legnagyobb nyújtás, %
R a húzáskor a redukció mértéke,
σ_B a szakítószilárdság, kg/mm²

A gyártás műszaki feltételét meghatározó főbb tényezők a következők:

1. Az anyag összetétele,
2. az egyes húzási műveletekben megengedhető alakítás felső határa,
3. a húzások során bekövetkező keményedés, végül
4. két lágyítás között elérhető összes alakítás.

A gazdaságos gyártás feltétele az, hogy elégítse ki a gyárthatóság műszaki feltételeit, s a gyártás során ténylegesen végzett műveletek biztosítsák a legkisebb munkaigényességet. Ha ugyanis egy adott készméretű csövet a rendelkezésünkre álló kiinduló méretből több húzással lehet csak előállítani, akkor a teljes gyártási folyamat alatt húzott csőmennyiséget az egyes húzási műveletekben áthúzott folyóméterek összegezésével jellemezhetjük. (Művelet alatt most kizárólag csak a húzást értjük.)

Ezt az összegezett hosszúságot jelöljük L-lel.

Egy adott készméret elméleti, legkisebb munkaigényességét — adott méretű alapanyagból gyártva — az egyes húzások eredményeként kapott folyóméterekneknek az az összege határozza meg, amelyen

$$L = L_{min}$$

Az eddigi munkamódszerrel, azaz húzással nyert összes hossz

$$L_t > L_{min}$$

Vagyis a ténylegesen húzott folyóméterek összege nagyobb a szükségesnél. Ebből következik, hogy a munkaigényesség szabatos meghatározása nélkül a gazdaságos gyártás feltételei sem határozhatók meg.

A gyártási munkaigényesség meghatározása

Ha egy adott készméretű csövet a rendelkezésünkre álló kiinduló méretből n húzásszámmal, húzásonként meghatározott nagyságú redukcióval, R % kell legyártani, akkor az első húzó műveletben végzett munka (áthúzott csőhossz) l_1, a másodikban l_2 stb.

A jelenlegi gyártási módszer összes műveleteivel huzott cső hossza

$$L_t = l_1 + l_2 + l_3 + \ldots + l_n$$

A redukció és a nyújtás, N között az

$$N = \frac{1}{1 - \frac{R}{100}}$$

összefüggés áll fenn, s mivel az egymás után következő húzások között fennálló kapcsolat a nyújtással meghatározható, felírhatjuk a következő összefüggéseket:

$$l_1 = \frac{l_2}{N_2}; \quad l_2 = \frac{l_3}{N_3}; \quad l_3 = \frac{l_4}{N_4};$$

Ha e kifejezéseket az első képletbe visszahelyettesítjük, s ha a gyártott készáru hosszát l_k-val fm-ben jelöljük, akkor a húzás során a húzott összes hosszt n húzásszám alapján általánosan az

$$L_t = l_k \left(1 + \frac{1}{Nn} + \frac{1}{NnNn_{-1}} + \frac{1}{N_nN_{(n-1)}N_{(n-2)}} + \ldots + \frac{1}{N_nN_{(n-1)}N_{(n-2)} \ldots N_{n-(n-2)}}\right)$$

összefüggés szerint határozhatjuk meg.

A kapott egyenlet vizsgálatából azonnal megfogalmazhatjuk a termelékeny gyártás két fő feltételét, vagyis az

$$L_t = L_{min}$$

akkor biztosítható, ha:

1. A sor tagjainak száma a lehető legkisebb.

* Előadásként elhangzott az Országos Acélcsőgyártó Konferencián 1963. október hó 24-én.

Ez gyakorlatilag a szükséges legkisebb húzásszámot jelenti.

2. Ha a sor nevezői maximálisak, vagyis ha húzásonként az alakítás mértéke maximális.

A termelékeny gyártás fenti két ponttal meghatározott feltételei eddig is ismertek voltak, s a gyakorlat számára sok újat nem mondanak. A gyakorlati helyzet ugyanis az, hogy a rendelkezésre álló kiinduló méretből végzett gyártás csak a legritkább esetben kívánja meg a feltétlenül szükséges n számú húzás mindegyikében a még megengedhető maximális alakítást. Azonban éppen ez a tény határozza meg a következők jelentőségét, amit egy példán keresztül mutatunk be.

Legyen a gyártott kész méret adott, melyet a rendelkezésre álló alapanyagból $n = 4$ húzással kell elkészíteni. A húzási műveletterv ekben a nyújtás nem egyenlő, azaz

$$N_1 \neq N_2 \neq N_3 \neq N_4$$

Ekkor a gyártás során ténylegesen húzandó összes hosszt az

$$L_t = l_k \left(1 + \frac{1}{N_4} + \frac{1}{N_4 \cdot N_3} + \frac{1}{N_4 \cdot N_3 \cdot N_2}\right)$$

összefüggéssel határozhatjuk meg.

Most ugyanazon kiinduló méretből folytassuk le a gyártást $n = 4$ húzással, amikor

$$N'_1 \neq N'_2 \neq N'_3 \neq N'_4$$

Ekkor a gyártás során húzott L_t összhosszt az

$$L_t = l_k \left(1 + \frac{1}{N'_4} + \frac{1}{N'_4 \cdot N'_3} + \frac{1}{N'_4 \cdot N'_3 \cdot N'_2}\right)$$

összefüggés adja.

Ha feltételezzük, hogy a két műveletterv közt az

$$N_1 = N'_1; \quad N_3 = N'_4$$

$$N_2 = N'_3; \quad N_4 = N'_2$$

szerinti a kapcsolat, akkor

$$L'_t \neq L_t$$

mivel

$$\frac{1}{N'_4} \neq \frac{1}{N_4}; \text{ és } \frac{1}{N'_4 \cdot N'_3} \neq \frac{1}{N_4 \cdot N_3}$$

bár a fenti feltételezés szerint

$$N'_4 \cdot N'_3 \cdot N'_2 \cdot N'_1 = N_4 \cdot N_3 \cdot N_2 \cdot N_1 = N_ö$$

E példa alapján már meg is fogalmaztuk, s egyben bizonyítottuk is a termelékeny gyártás harmadik feltételét. Eszerint minden olyan esetben, amikor nincs mód vagy szükség arra, hogy a húzások mindegyikében a húzásonként megengedhető maximális redukciót használjuk ki, akkor a termelékeny gyártás feltételét az

$$N_1 \leq N_2 \leq N_3 = N_{max}$$

összefüggés egyértelműen meghatározza.

E megállapítás után azonban vizsgálat tárgyává kell még tenni, hogy a gyártás műszaki feltételét meghatározó számértékekkel a termelékeny gyártás feltételei milyen összefüggésben vannak.

Erre egy diagram készíthető, melyet a továbbiakban alakíthatósági diagramnak nevezünk.

Az alakíthatóság diagramja

A diagram egy méréssorozat adatainak grafikus ábrázolása. A méréssorozatnak egyértelmű választ kellett adnia arra a kérdésre, hogy a gyárthatósági határon — tehát a húzófejszakadáson — belül milyen összefüggés van

1. a két lágyítás között elvégzett legkisebb húzásszám,

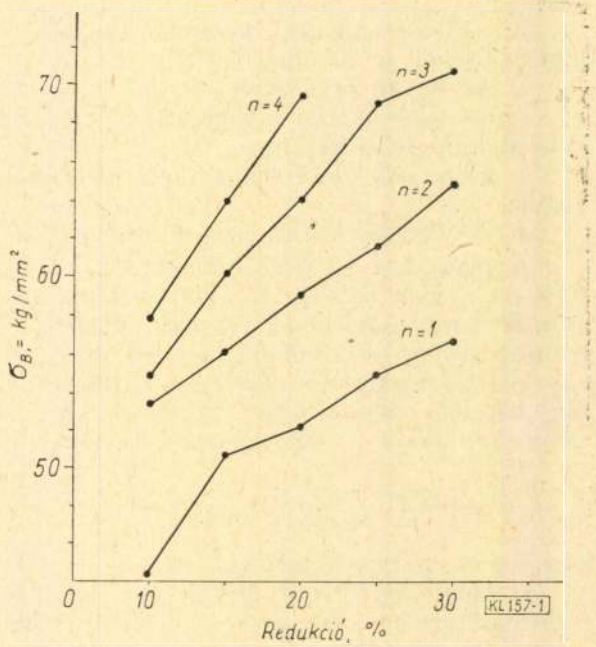
2. a húzásonként megengedhető maximális redukció, és

3. a felkeményedést meghatározó szakítószilárdság változása között.

E diagramot A 35.29 minőségű acélra készítettük el, a következők szerint:

38 mm Ø-jű 3 mm falvastagságú gyártáshosszúságú melegen hengerelt csövet a keresztmetszet eltérés csökkentése érdekében hidegen lehúztuk 30 mm Ø-re, 2,5 mm falvastagságú gyártási hosszra. Húzás után a hidegalakítás hatását lágyítással megszüntettük, s a csövet 2 m-es darabokra daraboltuk. A kísérletsorozatot több csővel végeztük el. A csövekből 6—6 csoportot képeztünk, s minden csoportra az alantiak szerint egy-egy gyártási műveletterv et dolgoztunk ki.

Műveletterv	$R\%$	N
A	10	1,11
B	15	1,17
C	20	1,20
D	25	1,33
E	30	1,43
F	35	1,54



1. ábra. A szilárdság, a redukció és húzások számának összefüggése

Kísérleti műveletterv 1. táblázat

A műveletterv jele	Húzások száma	Átmérő, mm	Falvastagság, mm	R% vonásonként	A cső fm-súlya, kg/fm	Nyújtás összesen	Szakítószilárdság húzás után	Megjegyzés
	1	29	2,3	10	1,51	1,12	44,6	
A	2	28	2,1	10	1,34	1,26	53,6	
	3	26,5	2,0	10	1,20	1,41	54,5	
	4	25,0	1,9	10	1,08	1,57	58,0	
	1	27,75	2,3	15	1,44	1,175	51,0	
B	2	27	2,0	15	1,23	1,38	56,6	
	3	25,5	1,8	15	1,05	1,61	60,3	
	4	23	1,7	15	0,89	1,90	64,2	
	1	28	2,1	20	1,34	1,265	51,0	
C	2	26,25	1,8	20	1,09	1,55	59,5	
	3	25,25	1,5	20	0,88	1,93	64,5	
	4	23	1,3	20	0,70	2,42	70,0	
	1	26,75	2,1	25	1,27	1,33	55,5	
D	2	24,5	1,7	25	0,95	1,78	62,0	
	3	23,5	1,3	25	0,71	2,38	69,6	
	4	20,75	1,1	25	0,63	3,20	78,0	néha szakadt
	1	26	2,0	30	1,18	1,43	57,0	
E	2	24	1,5	30	0,83	2,04	65,3	
	3	22,5	1,1	30	0,58	2,92	71,0	
	4							szakadt
F	1			35				szakadt

Vagyis az A műveletterv csöveit egymás után annyiszor kellett a 10%-os redukció maximális tartásával áthúzni, amíg elszakadt. Ugyanígy a B, C, D műveletterveben $R = 15$, 20 stb. %-os redukciókkal. A műveletterv minden húzása után próbát vettünk, s a felkeményedést, σ_B-t meghatároztuk.

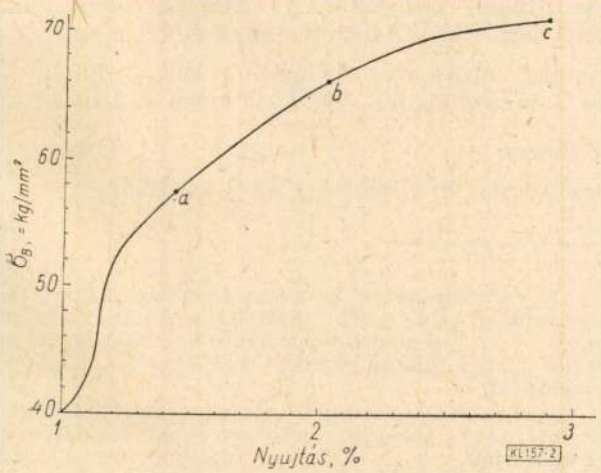
A mérések eredményeit a mellékelt *1. táblázat* tartalmazza. A táblázatból látható, hogy a maximális redukció 30%-on van. Ha e táblázat A B C D E műveletterveinek adatait egy σ_B, R koordináta-rendszerben a húzások számának függvényében ábrázoljuk, akkor egy nomogramhoz jutunk *(1. ábra)*, mely az alakíthatóság határán belül a húzások száma s a húzásonkénti egységredukció függvényében mutatja a keményedést. Ha e nomogramot a σ_B, N koordináta-rendszerbe tesszük át, akkor már el is készült az alakíthatósági diagram, melyből a szükségtelen részek elhagyásával a *2. ábra* szerkeszthető meg. E diagramból a keresett összefüggések leolvashatók. Látható, hogy két lágyítás között a megengedhető maximális alakítás mértéke

$$N_{\ddot{o}} = 2{,}92$$

ami már csak 3 húzással, húzásonként

$$N_{\max} = 1{,}43$$

nyújtással valósítható meg. Az alakíthatósági diagram A, B, C pontja az egy, két, illetve három húzással elérhető alakítás felső határát jelenti.



2. ábra. Az alakíthatóság görbéje
a az 1. húzás, *b* a 2. húzás, *c* a 3. húzás felső határa

S mivel az összes alakítást — nyújtást — az induló és kész méret folyómétersúlyának hányadosával is megadhatjuk

$$N_{\ddot{o}} = \frac{G_i}{G_k}$$

szerint, látható, hogy minden olyan esetben, amikor például ez az arány

$$2{,}04 < \frac{G_i}{G_k} < 2{,}92$$

(l. az 1. táblázat E művelettervet, illetve a 2. ábrát.) a gyártási feladat két húzással már nem végezhető el, s egyúttal nem szükséges — de nem is lehet — háromszor 30%-os redukcióval dolgozni.

Ekkor az

$$N = \frac{1}{1 - \frac{R}{100}}$$

képletből $N_{\max} = 1{,}43$ megválasztásával a vonásonkénti nyújtást az alanti feltétel szerint kell meghatározni:

$$N_1 \leq N_2 = N_3 \leq N_{\max}.$$

Ennek a feltételnek megvalósításakor a gyártás során ténylegesen húzott összes hossz a legkisebb lesz.

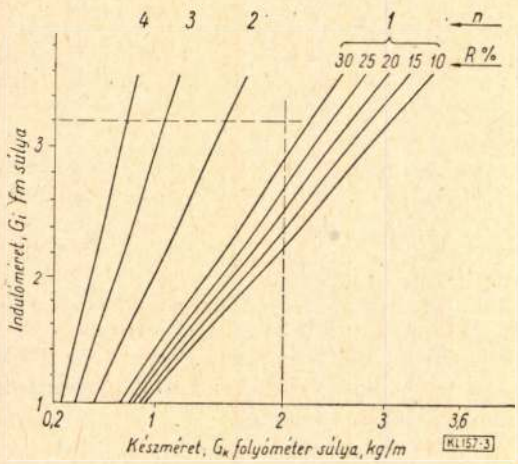
S mivel a húzásonkénti nyújtások szorzata szintén megadja az összes alakítást, ezért az

$$N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 = N_{\ddot{o}} = \frac{G_i}{G_k}$$

egyenlet szerint — ha a két utolsó húzásban a nyújtásokat maximálisnak választjuk meg —, akkor

$$N_2 = N_3 = N_{max} = 1{,}43$$

lehet, ekkor N_1 már az egyenletből meghatározott, s a gyárthatóság határán belül a végzett munka ilyen műveletterv vel lesz a legkisebb, azaz a termelékenység a legnagyobb.



3. ábra. A készméret, az indulóméret, a húzások számának és a redukciónak az összefüggése

A *3. ábra* nomogramját már az induló és kész méret folyómétersúlya, a húzásszám és a húzásszámon belül elvégezhető összes alakítás mértékének függvényében, egy feltételezett valódi feladat egyidejű feltüntetésével készítettük el.

Látható, hogy az ordinátára $G_i = 3{,}2$ kg/fm-re s az abszcisszára, $G_k = 2$ kg/fm-re állított merőleges egyenesek metszéspontja az $n = 2$ mezőbe esik, tehát ez a feladat csak két vonással végezhető el.

S mivel — a berajzolt példa alapján — az összes alakítás

$$N_{\ddot{o}} = \frac{G_i}{G_k} = 1{,}6$$

és

$$N_1 \cdot N_2 = N_{\ddot{o}} = 1{,}6$$

levezetésünk alapján N_2-t maximálisnak véve,

$$N_2 = N_{max} = 1{,}43$$

tehát N_1-re

$$N_1 = \frac{N_{\ddot{o}}}{N_2} = \frac{1{,}6}{1{,}43} = 1{,}12\text{-t kapunk.}$$

Így tehát a művelettervben az
első húzás: $R_1 = 10{,}6\% \sim N_1 = 1{,}12$
és a második
húzás: $R_2 = 30{,}0\%$ $N_2 = 1{,}43$

Ha az adott G_i folyómétersúlyú kiinduló méretből 1000 fm G_k folyómétersúlyú készméretet kell legyártani, akkor a kiinduló anyag teljes hossza 625 m. A húzott (méter) összes mennyisége

az első húzásban: 625 m $\times 1{,}12 =$ 700 m
és a másodikban: 700 m $\times 1{,}43 =$ 1000 m

Összesen: $L_{min} =$ $= 1700$ m

vagyis ez a gyárthatóság határán belül egyenlő a gyártás legkedvezőbb termelékenységével.

Bizonyításként bemutatjuk az eddigi gyakorlatot, melyben

$$N_1 > N_2 \text{ volt.}$$

Az alapanyag-szükséglet 1000 fm készáruhoz szintén 625 m. A húzott összes hossz ilyen művelettervvel

az első húzásban 625 m $\times 1{,}43 =$ 882 m
és a másodikban 882 m $\times 1{,}12 =$ 1000 m

Összesen: 1882 m

Tehát ekkor a húzási többlet 182 m $\sim 11\%$-A teljesség kedvéért bemutatjuk, hogy levezetésünk eredménye akkor is kedvezőbb, ha az összes alakítást húzásonként egyenletesen osztjuk el. Ekkor

$$N_A = N_1 = N_2$$

kell, hogy legyen, azaz

$$N_A = N_{\ddot{o}} = \frac{G_i}{G_k} = 1{,}6,$$

ebből

$$N_1 = N_2 = N_A = \sqrt{1{,}6} = 1{,}266$$

Az átlagos nyújtás (N_A) 21%-os redukciónak felel meg. Ekkor a húzott összes méter mennyisége

az első húzásban: 625 m $\times$ 1,266 = 790 m
és a másodikban: 790 m $\times$ 1,266 = 1000 m

Összesen: 1790 m

tehát így is 90 m-rel, azaz 5,3%-kal több.

Helytelen — **helyes**

Ezek közül legfontosabbak a *konstrukciós* és *technológiai* követelmények. — Ezek közül a legfontosabbak a **gyártási eljárás** és a **szerkezet megkívánta** követelmények.

Az *előadások mellett kezdettől fogva fölöttébb nagy súlyt helyeztek a gyakorlati oktatásra is.* — Az **előadásokon kívül igen nagy fontosságot tulajdonítottak a gyakorlati oktatásnak is.** (Mind a mellett, mind a nagy súly helyezés germanizmus.)

A szénhidrogének befúvása következtében beálló hőmérséklet csökkenést kétféleképpen lehet *kompenzálni.* — A szénhidrogének befúvása következtében beálló hőmérsékletcsökkenést kétféleképpen lehet **kiegyenlíteni.**

Az *égési levegő ellátás* központi ventillátorokkal *történik.* — Az égéshez a levegőt központi ventillátorok **szolgáltatják.** (A levegőt az égéshez ventillátorok adják, szolgáltatják, juttatják, fújják stb. [van szinonima elég], de hogy miért *történik*, azt nem indokolja semmi.)

Ömlesztett alumíniumoxid szállítása

TEMESVÁRI JENŐ mérnök

DK 656.225 : 669.71

A porszerű anyagok szállítása különleges járművekkel világszerte napról-napra nagyobb teret hódít. Mind több országban szállítják nemcsak az ömlesztett cementet, hanem az egyéb nagy tisztaságú porszerű anyagokat is ilyen járművekben.

Ezzel a kérdéssel annál inkább is foglalkoznunk kell, mert a több évre terjedő szovjet-magyar alumíniumipari egyezmény nagy mennyiségű alumíniumoxid szállítását kívánja.

Hazánkban az ömlesztve szállított porszerű anyagok közül mennyiségileg az alumíniumoxid (a timföld) a cement után a második helyen áll. Az alumíniumoxid jutazsákokban is szállítható, de az ömlesztett szállítás gazdaságosabb, s ezt az előnyt természetesen az alumíniumipar igyekszik kihasználni. Több országban évtizedek óta szállítják az alumíniumoxidot különleges kocsikban ömlesztve, s ez a szállítási mód egyre terjed.

A zsákolt szállításnak az ömlesztett szállítással szemben egyedüli előnye a kis beruházási költség, hátrányai viszont a következők: a szállítás munkaigényes, az anyagveszteség nagy — 3—5%-nyi — a jutazsákfelhasználás nagy, gondatlan raktározáskor az alumíniumoxid nedvességtartalma növekszik, a porzás egészségtelen s ezért kifogásolható stb.

Ezek a hátrányok az ömlesztett szállításkor elesnek, s nagyjában a következő előnyök jelentkeznek: a rakodási teljesítmény az 50—100 t/h-t is elérheti, a tárolósilóban az alumíniumoxid jól keveredik, a benzolszám közelebb kerül az átlagos értékhez, ami kohászati szempontból kívánatos. Az alumíniumoxid szállítása, ki- és berakodása teljesen zárt rendszerben folyik.

Az ömlesztett alumíniumoxid-szállítás lebonyolítása

A korszerű ömlesztett alumíniumoxid-szállítás legjellemzőbb sajátsága a pneumatikus anyagmozgatás, ami járműben különböző berendezéssel végezhető.

A jármű lehet : szívásos, nyomásos és mechanikus rendszerű.

A szállítás lehet : vasúti, közúti és vízi szállítás.

A hazánkban használatos GAX kocsik *(1. ábra)* szívásos rendszerrel üríthetők.

A kocsi felépítménye önhordó, bunkeralakú a rakfelülete.

Az alépítménye négytengelyes, forgózsámolyos megoldású. Hasznos terherbírása 42 t.

A kocsit, ha lehetséges, gravitációs úton töltik ; ez a leggazdaságosabb megoldás.

Gravitációs töltés azonban csak akkor felel meg, ha a siló szájnyílása a vasúti űrszelvény felett 400—600 mm magasan van, vagyis ha a kocsi beállhat a siló alá. Ez a feltétel a hazai alumíniumoxid gyárainkban még nincs meg.

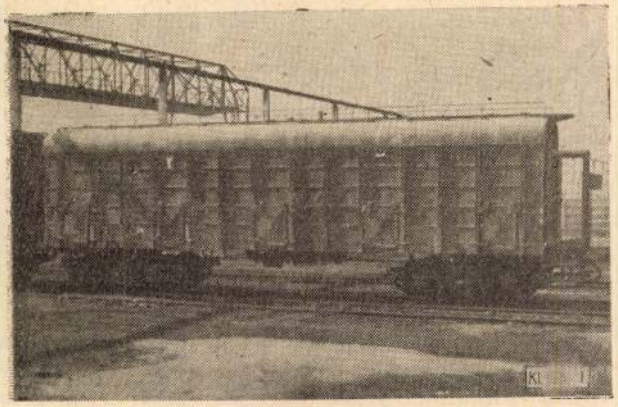
Ha az iparvágány nem a siló alatt, hanem mellette van, a töltés úgy végezhető, hogy a silót egy surrantóval megcsapoljuk és csatlakozó szállítócsigával továbbítjuk az alumíniumoxidot a kocsi töltőnyílása fölé.

Pneumatikus szívóberendezéssel ürítik a kocsit oly módon, hogy az iparvágányon álló kocsik alumíniumoxid rakományába szívófejeket nyomnak be, ezeket kézi erővel irányítják. A vákuumot MIÁG típusú szivattyú állítja elő. A szívócsővezeték átmérője 100 mm, hossza 150 m vízszintesen és függőlegesen. A használatos vákuum 4000—6000 mm v.o.

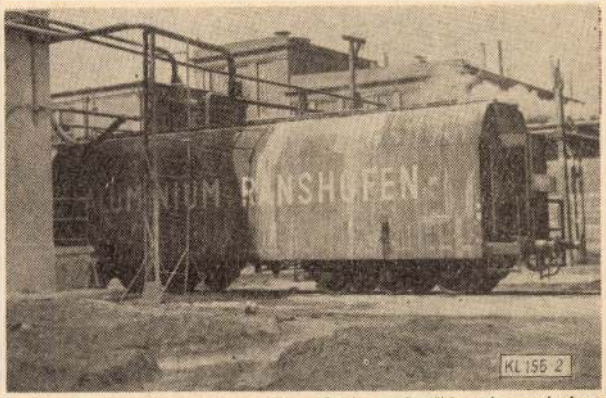
A csatlakozó tartályban a szivattyú szűrőzsákokon keresztül légritkítást hoz létre. Az ülepítő tartály csővezetékkel csatlakozik a szívófejhez, melyen a beáramló levegő magával ragadja a környezetében levő alumíniumoxidot. Az ülepítő tartályba jutott alumíniumoxidrészecskék a centrifugális erő hatására kicsapódnak, majd a zárószerkezeten keresztül a silóba jutnak.

A szívásos rendszer hátránya a nagy energiafogyasztás. 50—150 m szállítási távolságon 1 t aluminiumoxid elszállításához 1,2—3,3 kWó szükséges. Egy szívófej teljesítménye 3—5 t/h.

Az osztrák Aluminium Ranshofen cég az alumíniumoxidot GAX kocsihoz hasonló hattengelyű kocsiban szállítja *(2. ábra)*, hasznos teherbírásuk 70 t.



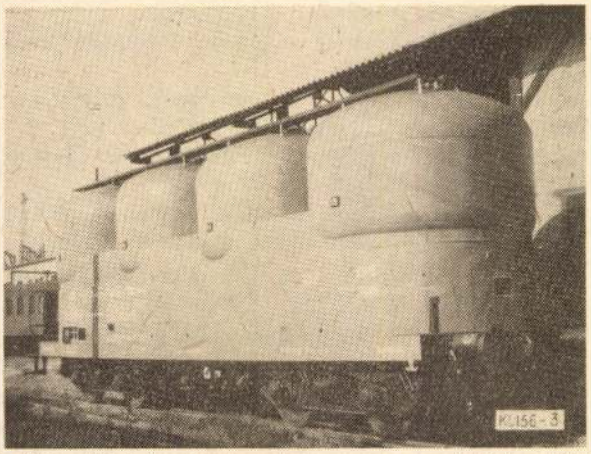
1. ábra. GAX alumíniumoxid-szállító kocsi



2. ábra. Az Aluminium Ranshofen cég 70 t-ás, szívással üríthető vasúti kocsija

Azokon a szállítókocsikon, melyek az alumíniumoxidot sűrített levegővel üritik különleges nyomásálló szállítótartályok vannak.

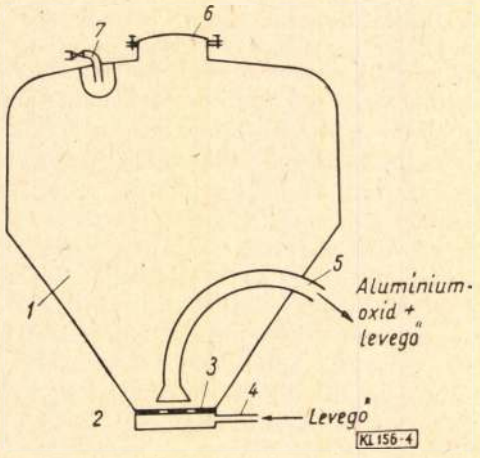
A kocsi alépítménye lehet alvázas vagy önhordó szerkezetű *(3. ábra)*. A kocsin a hasznos teherbírástól függően két vagy több körte alakú tartály van.



3. ábra. 55 t-ás négytengelyes magyar gyártású szállítótartályos vasúti kocsi

A tartályokat gravitációs úton töltik. A siló száján körkeresztmetszetű textília van, mely belelóg a tartály tetején levő töltőnyílásba.

A töltés után a fedelet lezárják, plombálják és így biztosítják, hogy az alumíniumoxid hiánytalanul jusson el a kohóba.



4. ábra. Fluidizációs ürítésű szállítótartály
1 = tartály, 2 = légkamra, 3 = aerációs lemez, 4 = levegőcső, 5 = munkavezeték, 6 = töltőnyílás, 7 = légtelenítő csap

A tartályok ürítése fluidizációs rendszerű *(4. ábra)*. Az ürítést úgy végzik, hogy a tartály tetején levő munkavezetéket összekapcsolják a silóba vezető csőrendszerrel. A légvezetékre rákapcsolják a 2,5—3 att nyomású levegőt, amely az aerációs lemezen keresztül a tartályban levő alumíniumoxidba hatol. Az aerációs lemez olyan porózus anyagból készül, melyen a levegő át tud hatolni, a timföld nem ; anyaga kerámia, nemez, perlon stb. A tartályba került levegő először fellazítja az alumíniumoxidot, majd összekeveredve vele nyomást idéz elő.

A tökéletes ürítést a tartály aljának kúpos része biztosítja. A kúp hajlásszöge a vízszinteshez képest rendesen 55°, aluminiumoxid rézsűszöge ennél kisebb : 45°.

Amikor a tartályban a nyomás kialakul, a nyomáskülönbség hatására az anyag a silóba folyik.

Az ürítési teljesítmény a szállítás távolságától függően 50—60 t/h.

Az energiafelhasználásra jellemző a súlykoncentráció, melyet μ-vel jelölünk. μ jelenti az egy kg levegővel elszállítható alumíniumoxid súlyát. Fluidizációs szállításkor a μ 100—150 kg/kg.

A Csepel Autógyár által gyártott 7 és 15 t-ás cementszállító gépkocsik alkalmasak aluminiumoxid szállítására is *(5. ábra)*. Ennek bizonyítására az Alumíniumipari Tervező Intézet 1962-ben egy kísérleti szállítást végzett, mely kedvező eredménnyel járt, a szállítás fajlagos jellemzői a cementéhez hasonlók voltak.



5. ábra. Csepel D 705.5—1 típusú 15 t-ás nyerges szállítótartályos gépkocsi

A Csepel gyártmányú D 450N5-1 és D 705.5-1 típusú 7, illetve 15 t-ás tartályos gépkocsikon szintén fluidizációs rendszerű szállítótartályok vannak. Működési elvük azonos a vasúti szállítótartályéval, eltérés csupán a méretekben van.

A gépkocsi-fuvarozásban hazai és külföldi viszonylatban egyaránt számos más ürítésű szállítótartály is használatos.

Ha figyelembe vesszük az üzembiztonság, energiafelhasználás, ürítési teljesítmény stb. mutatószámait, akkor megállapíthatjuk, hogy az alumíniumoxid közúti szállítására legalkalmasabbak a fluidizációs szállítótartályok.

Az alumíniumoxid szállítására a víziút is alkalmas.

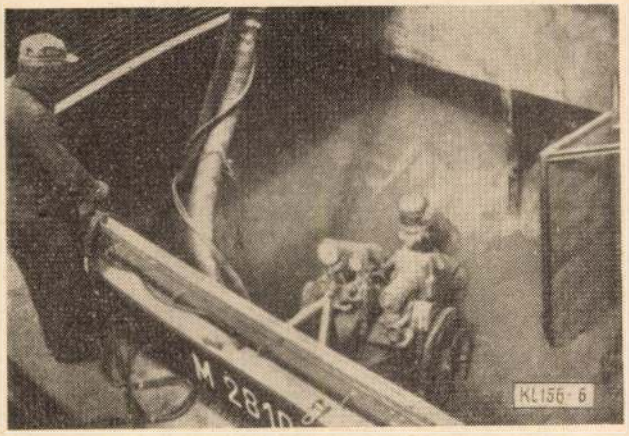
Külföldön az ömlesztett anyagokat belvízi útvonalon uszályokban szállítják. A tengeri szállítások lebonyolítására önjáró hajótípusokat alakítottak ki.

Szállítótartályos uszályokban az ismertetett fluidizációs tartályokat helyezik el, mégpedig rendszerint két sorban. A tartályokat egyenként, egymás után ürítik.

Lehet alumíniumoxidot hagyományos uszályokon is szállítani. Feltétel az, hogy a hombár teljesen sima felületű legyen, hogy az ürítést végző Fuller-szivattyú mozgás közben meg ne akadjon.

Az anyagot gravitációs úton töltik, teleszkópos töltőcsővel, aminek mindig bele kell érnie a szállítandó anyagba, s így a porzás elkerülhető.

A kirakást önjáró Fuller-szivattyú végzi, az ürítést az uszály fedélzetéről egy dolgozó irányítja *(6. ábra)*.



6. ábra. Alumíniumoxid-kirakás uszályból távirányítású Fuller-szivattyúval

Az önjáró hajók feneke a közepük felé lejtős, a fenék pedig aerációs megoldású. Az anyag a lazítás folytán középre folyik, ahonnét egy beépített Fuller-szivattyú nyomja a silóba.

A Fuller-szivattyú hátránya a nagy energiafogyasztás, de a zsákos szállítással szemben a kedvezőbb gazdaságosság miatt még mindig előnyösebb.

A tengeren túl, így főleg az USA-ban a mechanikus ürítési rendszer van forgalomban. Az ömlesztett szállítás legnagyobb hányadát a vasút bonyolítja le. A kocsikat az amerikai Pullman-Standard cég gyártja.

A kocsi rakterülete három vagy négy csonkakúp alakú részből áll; gravitációs úton, a tetőn elhelyezett töltőnyíláson keresztül töltik.

Ürítéskor a kocsi szájnyílásával a vasúti sínek alatt levő bunker fölött áll. Az ürítő szájnyíláson levő fogas-íves tolózárat kinyitják és az anyag belefolyik a földalatti bunkerba. Az alumíniumoxidot a bunkerból a tárolósilóba Fuller-szivattyú, vagy mechanikus továbbító berendezés — szállítócsiga és elevátor — továbbítja.

A használandó járműtípust a körülmények és a szállítási távolság figyelembevételével az adott esetre elvégzett műszaki-gazdaságossági vizsgálatok döntik el.

A hazai viszonylatra elvégzett gazdaságossági számítások azt mutatják, hogy az alumíniumoxid ömlesztett szállítása a zsákos szállításhoz képest megtakarítással jár.

Az ömlesztett alumíniumoxid szállításának gazdaságossága

Vizsgálatok folytak az ömlesztett alumíniumoxid-szállítás bevezetésének a gazdaságossági kihatására.

A számításokhoz a következőket vettük figyelembe:

A költségelemzést a hazai adottságok figyelembevételével végeztük. Ahol az alumíniumoxid szállítására tényadatok nem álltak rendelkezésre, ott a cementszállítás tényköltségeivel dolgoztunk.

A szállítás során a közvetett és közvetlen, átrakás nélküli módszer jöhetett szóba, mivel az alumíniumoxid gyárakba és alumíniumkohókba iparvágány és közút is vezet. A közvetett szállítást nem vizsgáltuk.

A vizsgált szállítási módok a következők voltak:

Zsákos szállítás.

Ömlesztett szállítás speciálkocsikban, vasúton és közúton.

Az alumíniumoxid vasúti szállítását GAX kocsival és speciális tartálykocsival vizsgáltuk.

A vizsgálatkor évi 30 000 t elszállított alumíniumoxid-mennyiséget vettünk figyelembe. Az alumíniumkohó silótartaléka 12 nap.

A közúti szállításkor a Csepel D 450N5-1 és D7 05.5-1 típusú tartálykocsik tényköltségeit vizsgáltuk.

Az egyes szállítási módok gazdaságosságát jól érzékelteti az önköltség függvénye.

A függvénykapcsolat a Ft/t alumíniumoxid-költséget a szállítási távolság (km) függvényében ábrázolja.

1. táblázat

A vasúti alumíniumoxid-szállítás részköltségei

Jel	Költségnemek	Fajlagos költségek, Ft/t		
		Zsákos szállítás	GAX kocsi	55 t-ás tartálykocsi
k_1	Rakott vasúti kocsi továbbítási költség 1—30 km-en*	29,16	28,60	28,60
	Rakodási bérköltség	4,68	0,71	0,71
	Rakodási energiaköltség	—	1,29	1,29
	Rakodási amortizációs költség	—	0,39	0,39
	Vagonmozgatási költség (üzemen belül)	5,42	2,19	1,67
	Üres kocsi visszaszállítási költsége ...	—	1,52	1,16
	Fuvarlevélköltség ...	0,05	0,02	0,01
	Ürítési bér- és energiaköltség	—	8,87	
k_2	Berendezések és GAX kocsik javítási és TMK költsége ...	—	4,02	28,44
	Ürítő berendezés és tároló siló amortizációs költsége	—	17,98	
	Kocsikiállítási díj ...	0,09	—	—
	Kocsiálláspénz	0,65	—	—
	Zsák és zsákjavítási költség	20,76	—	—
	Kirakás bér-és energiaköltségei	7,57	—	—
	Kirakáshoz és tároláshoz szükséges berendezések amortizációs költsége	3,27	—	—
k	Összes költség	71,65	65,59	62,27

* Magyar Vasúti Árudíjszabás 4-es, c jelű kocsirakományú áruosztálya alapján.

Az egyes szállítási távolságokhoz tartozó Ft/t költségek két részből tevődnek össze :

1. A megtett kilométerrel arányos költségek :

$$k_1 = s \cdot k,$$

ahol

s a megtett szállítási távolság km,

k a km önköltség Ft/tkm

2. A megtett távolságtól független költségek :

$$k_2 = k_{12} + k_{22} + k_{32} + \ldots + k_{n2},$$

ahol

k_{n2} a futásteljesítménytől független fajlagos költség Ft/t.

Tehát :

$$k = k_1 + k_2,$$

ahol

k az adott km-hez tartozó fajlagos szállítási költség Ft/t.

2. táblázat

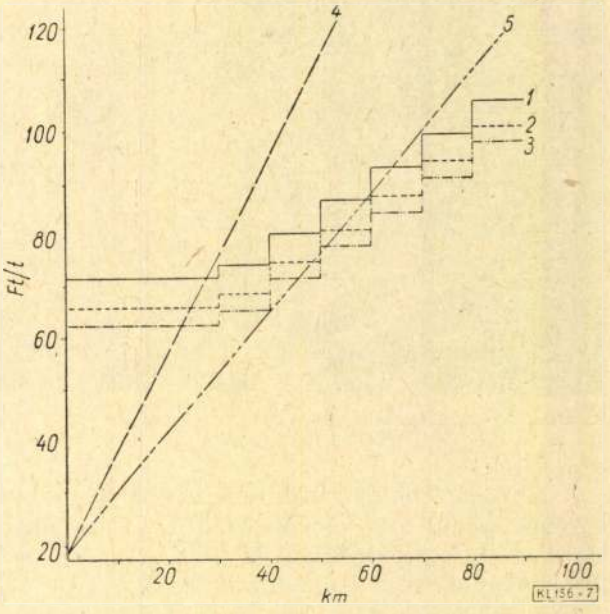
Az ömlesztett közúti alumíniumoxid-szállítás részköltségei

Jel	Költségnemek	Fajlagos költségek, Ft/t	
		Csepel D 450 N5-1 típusú kocsi	Csepel D 705, 5—1 típusú kocsi
k_1	30 km szállítási távolság km önköltsége (oda és vissza út)*	57,10	35,16
	Rakodási bérköltség	0,71	0,71
	Rakodási energia-költség	1,29	1,29
k_2	Rakodási amortizációs költség	0,38	0,38
	Kirakáshoz és tároláshoz szükséges bér-, energia- és amortizációs költség	16,17	16,17
k	Összesen	75,65	53,71

* A 30 km-es szállítási távolság felvétele a vasúti szállítással való összehasonlítás miatt történt.

Az egyes költségelemeket, a különféle szállításokra az *1.* és *2. táblázat* tartalmazza.

A szállítási távolság és az 1 t alumíniumoxid elszállításához szükséges ráfordítás összefüggéseit a hazai adottságok figyelembevételével a *7. ábrába* vittük fel.



7. ábra. 1 t alumíniumoxid szállítási költségei Ft-ban a szállítási távolságtól függően

Szállítás : 1 = 7 t-ás közúti tartálykocsin, 2 = szállítás 15 t-ás közúti tartálykocsin, 3 = zsákolt, 4 = GAX kocsiban, 5 = 55 t-ás vasúti különleges kocsiban

Az ábrából leolvashatók az egyes szállítási viszonylatok metszéspontjai és az egyes szállítási módok gazdaságos hatósugarai.

Reméljük, hogy az ömlesztett alumíniumoxid-szállítás mennyisége egyre nő és az ebből eredő megtakarítások, melyek népgazdasági szinten igen jelentősek, minél előbb és minél nagyobb mértékben kiaknázásra kerülnek.

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya keretében működő Kovács szakcsoport 1965. májusában

„Nemzetközi Kovács Konferenciá"-t

rendez.

A rendező bizottság az előadások témáit úgy választotta meg, hogy azok a hazai kovácsipart segítsék. A hazai és külföldi előadók felkérése folyamatban van.

*

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya keretében működő Kovács-szakcsoport április 28-i klubnapja keretében megvizsgálta azokat a feladatokat, amelyeket ez év folyamán meg kell oldania. A megjelent tagság egyhangúlag megállapította, hogy a feladatok csak akkor oldhatók meg, ha a tagok nagyobb aktivitással vesznek részt a közös munkában. Ez a meg állapítás teljes mértékben összhangban volt a vezetőség korábbi megállapításával, ezért az a vélemény alakult ki, hogy a jelenlegi vezetőséget ki kell bővíteni olyan tagokkal, akik önzetlenül hajlandók a közösség érdekében dolgozni, kevés szabad idejükből a kovács közösség céljára időt áldozni.

A vezetőség 15 tag bevonásával az áprilisi klubnapot megelőzően a szűkebb tisztikar, valamint a vezetőség tagjainak számára és személyeire javaslatot dolgozott ki, amelyet a klubnap résztvevői elé terjesztett. Az előterjesztést a tagok kiegészítéssel elfogadták. A szavazás után a Szakcsoport elnöke : *Bilek Károly*, Titkár : *Latinák István*, másodtitkár *Ács Andor*. Vezetőség tagjai lettek : *Brassói Frigyes, Csapó Lajos, Enyingi Kálmán, Ferling József, Mindák Pál, Molnár András, Szabó Antal, Valyuch János, Vincze András, Vollák Andor*. Az egyes jelentősebb feladatok elvégzésére a tagság a vezetőség tagjaiból felelősöket jelölt ki, akik vállalták a feladatok megoldásában a tevékeny közreműködés irányítását.

Latinák István

Pilgerhengerművi optimális előtolás meghatározása és alkalmazása*

KÖVES FERENC

Folytatás

DK 621.944.3.004.15

A *7. ábra* az egy pilgerhenger-fordulatra eső megnyúlásra vonatkozó kihasználási fokokat D —d függvényében, állandó nyújtási tényezőre mutatja.

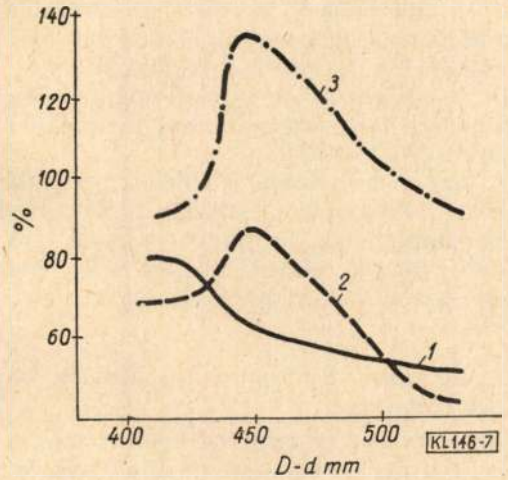
1. táblázat

Egy pilgerfordulatra és hosszabbodásra vonatkozó kihasználási fok

	Átlagos	Maximális	Minimális
Előírt/számított	64,5	83,0	51,0
Mért/számított	66,2	87,7	45,3
Mért/számított	102,6	137,0	73,0

Az *1. táblázat* az egy pilgerhenger-fordulatra eső megnyúlásra vonatkozó kihasználási fokok átlagos és szélső értékeit mutatja.

A kísérleti adatok alapján meghatároztuk az előírt és a mért előtolások függvényében a k_s simítási tényezőket, melyeket diagramba és táblázatba foglaltunk.



7. ábra. Az egy pilgerhenger-fordulatra eső megnyúlásra vonatkoztatott kihasználási fokok D—d függvényében, állandó nyújtási tényezővel

1 előírt/számított, *2* mért/számított, *3* mért/előírt adatok, $\lambda = 7—8$

A *8. ábra* mutatja a simítási tényező gyakoriságát.

A *2. táblázat* mutatja az átlagos és szélső simítási tényezőt.

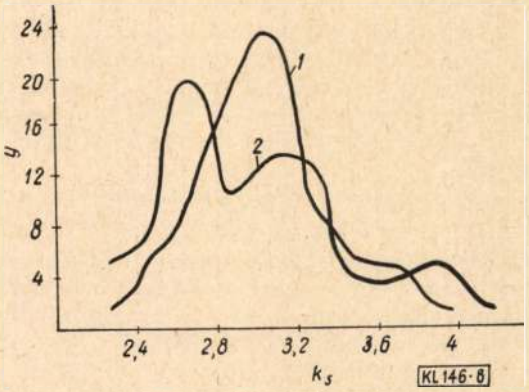
2. táblázat

A simítási tényező gyakorisága

	Átlagos	Maximális	Minimális
Előírt	3,10	3,92	2,4
Mért	3,02	4,41	2,28

A kísérleti adatok alapján készített diagramokból és táblázatokból az előtolásra vonatkozóan az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

* A dolgozat első része megjelent a Kohászati Lapok 1963. évi 6. számában.



8. ábra. A simítási tényező gyakorisági görbéje

1 előírt, *2* mért adatok

1. Az előírt és a mért előtolások nem megfelelők, mert nagyobb részben szükségtelenül nagy simítási tényezőt adnak, ami a hengerlési teljesítmény csökkenését okozza, kisebb részben viszont megengedhetetlenül kicsik a simítási tényezők, ami a hengerelt csövek minőségének romlását hozza.

2. Az előírt és mért előtolások között általában nagy ingadozás mutatkozik.

3. Az előírt előtolás nem megfelelő, minthogy értékét a kaliberátmérő és a hengerelt cső falvastagságának függvényében, tapasztalati adatok alapján tartalmazza, s nem veszi figyelembe az előtolás értékére döntően ható hengerátmérőt és nyújtási tényezőt.

4. A mért előtolás nem megfelelő, minthogy

a) az előírt előtolás sem megfelelő,

b) a pilgerhengersor gyártási módszere és gépi berendezése nem kielégítő.

c) a használatos előtolás rendszeres mérése nincs biztosítva, s így az előtolás beállítása nagymértékben a kormányos személyétől függ.

Hasonló következtetések vonhatók le az ütésszámra vonatkozóan is.

A kísérletek kiértékelése alapján a legkedvezőbb előtolás meghatározására és üzemi használatára a következő főbb intézkedések végrehajtása szükséges.

1. A műveleti utasításban előírt előtolást a tapasztalati adatok helyett számítással kell meghatározni.

2. A pilgerhengersor gyártási módszerét és gépi berendezéseit az előtolás növelése érdekében fejleszteni kell.

3. A gyakorlatban használatos előtolás rendszeres mérését az előírás tartásának ellenőrzése érdekében biztosítani kell.

1. A műveleti utasításban előírt előtolás értékeinek számítással való meghatározása

A számítás alapjául az

$$m = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{\Theta_s \cdot \omega}{k_s \cdot \lambda} \qquad (6)$$

képlet szolgál.

A leglényegesebb feladat a legkedvezőbb előtolásnak megfelelő legkedvezőbb simítási tényező meghatározása. Ezt a hengersor gyártási módszerének és gépi berendezéseinek figyelembevételével kísérleti úton, statisztikai mérések alapján kell elvégezni.

A nagyhengersor legnagyobb simítási tényezőinek meghatározására az eddig végzett kísérletek száma nem elegendő, további kísérletsorozat elvégzése szükséges. Az eddigi kísérletek adatai alapján a legkedvezőbb simítási tényezőt szokott falvastagtágú csövek hengerlésekor célszerű 2,8-ra választani. Ezzel biztosított, hogy a hengerelt cső minden egyes felületeleme 2-szer érintkezik a pilgerhenger simítószakaszával, ha hengerlés közben az átlagos előtoláshoz képest az egyes előtolások $\pm 40\%$-kal erősebben nem térnek el. Ez a határ a pilgerhengersor megfelelő állapotot biztosító karbantartásával biztosítható. Az optimális simítási tényezőt nagyobb falvastagságú csövek hengerléséhez nagyobbra kell választani, minthogy ilyenkor a pilgerhenger alakító szakaszában a szélesedésből adódó túltöltés jelentősen növekedik, s így a henger simítószakaszában az alakítási munka nagyobb.

A műveleti utasításban előírt előtolásokat $D - d$ és a nyújtási tényező függvényében kell meghatározni, minthogy az előtolás képletében szereplő többi tényező adott pilgerállványra vonatkoztatva állandó.

Célszerűbbnek látszik azonban a műveleti utasításban az ütésszámok előírása, amiket számítással kell meghatározni. A számítás alapjául a

$$z = \frac{2000 \cdot k_s}{(D-d) \cdot \Theta_s \cdot \omega} \qquad (8)$$

képlet szolgál.

A műveleti utasításban előírt ütésszámokat csak $D - d$ függvényében kell meghatározni, minthogy az ütésszám képletében szereplő többi tényező adott hengersorra vonatkoztatva állandó.

2. Pilgerhengersor gyártási módszerének és gépi berendezéseinek fejlesztése

A fejlesztés során az alábbi feltételek a leglényegesebbek :

1. A legkedvezőbb hengerátmérő és hengerprofil biztosítása

Az előtolásra vonatkozó képlet alapján a pilgerhenger átmérőjének és a simítószakasz ívszögének növelésével nagyobbodik az előtolás. A pilgerhenger átmérőjének és a simítószakasz ívszögének azonban van egy legkedvezőbb értéke, mely a hengersor adottságaitól függ. Ugyanis a hengerátmérő növelése következtében nagyobbodik az előtoló berendezés adagoló léghengerében a dugattyú lökethossza, s azonos fordulatszámon az adagoló léghengernek azonos idő alatt a nagyobb lökethosszt kell biztosítania. A pilgerhengersimítószakasz ívszögének növelése az üresjáratú szakasz ívszögének csökkentését vonja maga után, tehát a simítószakasz ívszögének növelése következtében ugyancsak növekszik az előtoló berendezés adagoló léghengerében a dugattyú lökethossza, s azonos fordulatszámon az adagoló léghengernek rövidebb idő alatt nagyobb lökethosszt kell biztosítania.

A pilgerhenger átmérőjének és a simítószakasz ívszögének a legkedvezőbb fölé növelése a henger fordulatszámcsökkenését vonja maga után, minthogy az előtoló berendezés adagoló léghengere nem képes a kívánt felgyorsításra.

Az előtolás növelhető tehát :

a) Vízfékes adagoló léghenger használatával, melynek az adagoló léghengere nagyobb gyorsítást tud biztosítani, s így a legkedvezőbb hengerátmérő és a simítószakasz ívszöge növelhető.

A nagyhengersoron jelenleg egy vízfékes és egy gumifékes adagoló léghengerünk van, ezeket felváltva használjuk. Szükséges a második vízfékes adagoló léghenger mielőbbi beszerzése.

b) A legkedvezőbb pilgerhengerátmérő állandósításával, amely felrakóhegesztéssel biztosítható.

A nagyhengersor jelenleg felrakóhegesztéssel felújított pilgerhengereket nem használ. Szükség van tehát a nagyhengersori pilgerhengerek felrakóhegesztésének mielőbbi megkezdésére.

c) A simítószakasz legkedvezőbb ívszögével, ami a pilgerhengereszterga másolótárcsájának módosításával biztosítható.

A nagyhengersoron jelenleg a pilgerhenger üresjárati szakaszának ívszöge 163°. Irodalmi adatok alapján az üresjárati szakasz ívszögét 140—160° között célszerű tartani, s így indokolt a hengereszterga másolótárcsájának megfelelő módosítása.

2. Az előtoló berendezés legkedvezőbb fordítási szögének biztosítása

Az előtolásra vonatkozó képlet alapján a k_s simítási tényező csökkentésével növekszik az előtolás. A simítási tényező csökkentésének feltétele az előtoló berendezés fordítási szögének az optimális 90°-on, vagy az ezt megközelítő értéken való tartása. Ha a fordítási szög 90°-tól erősebben eltér, a pilgerhenger alakítószakaszában a szélesedésből adódó túltöltés növekszik, s így a henger simítószakaszában az alakítási munka nagyobbodik meg. Az alakítási munka nagyobbodása viszont a simítási tényező növelését teszi szükségessé.

A nagyhengersoron az előtoló berendezéshez használt forgatószerkezet a forgatást jelenleg az adagoló léghenger dugattyújának lökethosszától függően végzi. A fordítási szög 66—107° között változik, minthogy az adagoló léghenger dugattyújának lökethossza a használt hengerátmérők és kaliberátmérők méretharárától függően tág határok között különböző. A fordítási szögnek ilyen nagyfokú eltérése a 90°-tól a simítási tényező jelentős növekedését okozza.

A nagyhengersoron a fordítási szögnek a legkedvezőbb 90°-on tartása érdekében jelenleg ter-

vezés alatt áll egy pneumatikus forgatószerkezet, mely a forgatást az adagoló léghenger dugattyújának lökethosszától teljesen függetlenül végzi. A forgatószerkezet a forgatást sűrített levegővel működtetett forgató léghengerrel úgy biztosítja, hogy a forgató léghenger dugattyúszárához fogasléc van erősítve, mely az adagolóléghenger dugatytyúrúdján vezetett fogaskerékkel kapcsolódik. A fogaskerékben kilincsmű van, s így a fogasléc csak előremenetben forgatja az adagoló léghenger dugattyúrúdját. A forgató léghenger dugattyújának löketét úgy választottuk meg, hogy 90°-os forgatás jöjjön létre. A forgató léghengerbe a sűrített levegő beömlését a pilgerhengerek forgása vezérli, ami biztosítja a forgatásnak összhangját a pilgerhengerek fordulatával.

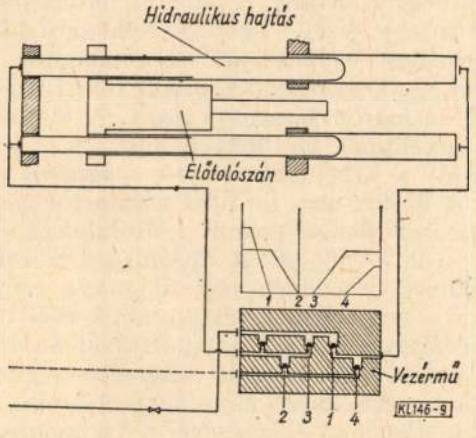
3. Az állandó előtolás tartásának biztosítása

A legkisebb simítási tényezőnek megfelelő legnagyobb előtolás a pilgerhengerléskor csak akkor tartható, ha az előtolás nem ingadozik, hanem állandó.

Az előtolás állandósága az alábbi feltételekkel biztosítható.

a) Hengerlés alatt az előtoló berendezés egyenletes mozgásának biztosításával, mert a berendezés mozgásának változása az előtolás változását okozza.

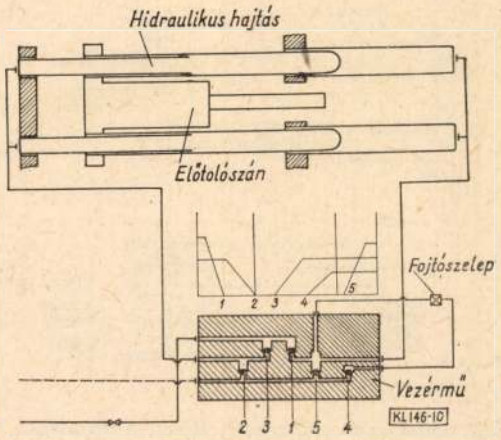
A nagyhengersor előtoló berendezésének jelenlegi hidraulikus hajtását és szelepvezérlését a *9. ábra* mutatja.



9. ábra. A nagyhengersor előtoló berendezésének jelenlegi hidraulikus hajtása és szelepvezérlése

Az előtolást úgy szabályozzák, hogy a hidraulikus hajtás visszahúzó hengereiből (jobb oldali hengerek) kiáramló folyadékmennyiséget a vezérmű 4. számú szelepével beállítják. A szelepvezérlés hátránya, hogy az előtolást a fő vezérmű szelepén keresztül szabályozzák, s így egyrészt minden egyes cső hengerlésekor a szükséges előtolást újból be kell állítani, ami az előtolás ingadozásához vezethet, másrészt az előtolás nem szabályozható kellő folyamatossággal.

E hiányosságok kiküszöbölésére kivitelezés alatt áll egy módosított szelepvezérlés, melyet a *10. ábra* szemléltet.



10. ábra. A nagyhengersor előtoló berendezésének tervezett hidraulikus hajtása és szelepvezérlése

Ezzel az előtolást úgy szabályozzuk, hogy a hidraulikus hajtás visszahúzó hengereiből távozó folyadékmennyiséget a fojtószeleppel beállítjuk. A szelepvezérlés előnye, hogy az előtolást fojtószelepen keresztül szabályozzák, ami biztosítja a szükséges előtolás egyszeri és kellő folyamatosságot adó beállítását. Ezzel a megoldással a fővezérmű szelepeinek keresztmetszetei nagyobbak, s így az előtoló berendezés üresjárati sebessége megnövelhető. A szelepeket a fizikai munka könnyítése céljából amplidin-rendszerű követő-szabályozó mozgatja.

A fenti szelepvezérlés nem biztosítja hengerlés alatt az előtoló berendezés egyenletes mozgását, minthogy ennek sebessége hengerlés közben a szelepen átáramló folyadékmennyiség változása miatt nem állandó. Ennek okai a következők:

a hálózati víznyomás ingadozik,

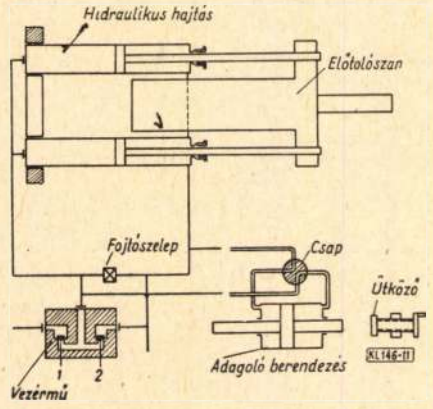
az előtolóberendezés mozgása során keletkező súrlódó erő változik,

a hengerlés során az előtolóberendezésre időben gyorsan változó erők hatnak, emiatt a hidraulikus csővezetékek rugalmas alakváltozáson mennek keresztül. Ennek az a következménye, hogy amikor az előtoló berendezésre szerelt adagoló léghenger mozgó részei a vízfékbe ütköznek, az előtoló berendezés előrelendül, amikor viszont a pilgerhengerek a nyers csövet megszorítják, az előtoló berendezés hátrasiklik.

Hengerlés közben változik a hidraulikus hajtás két oldalán a folyadékoszlop hossza, s így változik a csővezeték rugalmas alakváltozásának mértéke. A cső hengerlése közben fokozatosan csökken az előtoló berendezés előrelendülése és növekszik a hátrasiklása, csökken a szelepen átáramló folyadék mennyisége, s ezért fokozatosan csökken az előtolás.

A fentiekre való tekintettel célszerű a hidraulikus hajtás szeleprendszerébe egy adagoló berendezést beépíteni.

Adagoló berendezéssel ellátott hidraulikus hajtást és szelepvezérlést mutat a *11. ábra*. Adagolóberendezés nélkül az előtolást úgy szabályozzák, hogy a hidraulikus hajtás előtoló hengereibe



11. ábra. Adagolóberendezéssel ellátott hidraulikus hajtás és szelepvezérlés

(bal oldali hengerek) betáplált folyadékmennyiséget a fojtószeleppel beállítják.

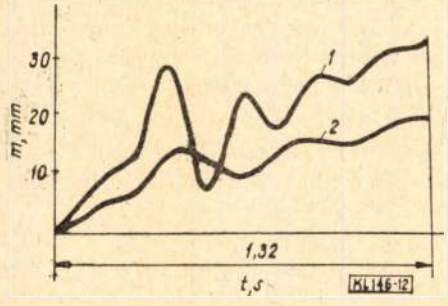
Az adagolóberendezés használatával a fojtószelep elmarad és az adagolóberendezés biztosítja, hogy hengerlés közben minden egyes hengerfordulat alatt azonos folyadékmennyiség kerüljön a hidraulikus hajtás előtoló hengerébe, s így az előtoló berendezés sebessége hengerlés közben változatlan marad. Az előtolás megvalósítása érdekében az adagoló berendezés csapját minden egyes hengerfordulat alatt 90°-kal el kell fordítani. Az előtolást az adagoló berendezés skálával ellátott ütközőjének beállításával szabályozzák. A csap helyett elektromágneses vezérlésű elosztót lehet használni, amely könnyen automatizálható.

Indokolt megvizsgálni, hogy a nagyhengersoron milyen lehetőségek vannak a hidraulikus hajtás adagoló berendezéssel való felszerelésére.

Az előtoló berendezés egyenletes mozgását egy pilgerhenger-fordulaton belül a mozgást kísérő lengések akadályozzák. A hengerlés során ui. a már említett rugalmas alakváltozások csillapodó lengőmozgás alakjában mennek végbe. Az előtolás szempontjából csak az előtoló berendezés előrelendülését kísérő lengések mérvadók, s ezek amplitúdója hengerlés közben a folyadékoszlop hosszának csökkenésével fokozatosan csökken. Ezért hengerlés közben fokozatosan csökken az előtolás is.

A lengést a folyadéknyomás csökkentésével és a csővezeték keresztmetszeteinek növelésével lehet jobban csillapítani.

A *12. ábra* mutatja az előtoló berendezés mozgási diagramját. Az ábrán az *1.* görbe a hengerlés kezdetén, a *2.* görbe a hengerlés végén mutatja az előtoló berendezés egy pilgerhenger-fordulat alatt megtett útját.



12. ábra. Az előtoló berendezés mozgási diagramja

Az ábra jól szemlélteti azt az előbbi állításomat, hogy a cső hengerlése közben az előtolás fokozatosan csökken.

b) Az állandó előtolás biztosítása hengerlés alatt az előtoló berendezés adagoló léghengerében a dugattyú állandó lökethosszának biztosításával.

A dugattyú lökethosszának növekedése az előtolás növekedését, csökkenése az előtolás csökkenését hozza.

A dugattyú állandó lökethosszának tartása céljából az adagoló léghengerben a gyorsítást és a fékezést állandósítani kell. Ennek alapfeltétele, hogy a légnyomást állandó szinten tartsuk és a léghengeren levő nyomáscsökkentő szelep kézi vezérlését megszüntessük.

A nagyhengersoron jelenleg csak a gumifékes adagoló léghenger van üzemben kézi vezérlésű légkiengesztő szeleppel. A második vízfékes adagoló léghenger beérkezésével a gumifékes adagoló léghenger használaton kívül kerül, s így a kézi vezérlés megszűnik.

c) Az állandó előtolás biztosítása hengerlés alatt a pilgerhenger egyenletes fordulatszámának biztosításával.

A fordulatszám csökkenése az előtolás növekedését, növekedése az előtolás csökkenését hozza.

A nagyhengersor jelenlegi villamos hajtása rendkívüli mértékben elavult és nem biztosítja a pilgerhenger-állvány egyenletes fordulatszámát. A hajtást egy Ward—Leonard rendszerű 1175 kw teljesítményű egyenáramú sorvonómotor végzi, amelyet egy közvetlenül kapcsolt 1650 kw teljesítményű aszinkron társmotor segít. A társmotor a teljes terhelésnek kb. 30%-át veszi át. A terhelés elosztását a két motor között mágneses erősítő végzi. A hajtás nem fordulatszámtartó. Nagyobb cső átmérők hengerlésekor a fordulatszám esése elérte a 20—25%-ot. A fordulatszám esésének csökkentése érdekében egy mágneses erősítővel működő automatikus fordulatszám-szabályozó került beépítésre. Ennek használatával a fordulatszám esését 10—15%-ra sikerült csökkenteni. Nagyobb mértékű szabályozáskor hirtelen terhelés csökkenés bekövetkezésével a berendezés labilissá válna. Komolyabb fordulatszám-szabályozó berendezést a villamos hajtás elavultsága miatt nem érdemes beépíteni.

A nagyhengersori pilgerhenger-állvány villamos hajtásának teljes korszerűsítése tervezés alatt áll, megvalósítása feltétlenül szükséges.

4. Méretező hengersorok használata

Méretező hengersorokkal az előtolás növelhető, minthogy a hengerelt cső felületi minőségével szemben a hengerlést követő méretezés miatt a követelmények kisebbek.

A nagyhengersornak jelenleg méretező hengersora nincs, e berendezés felépítése a távlati fejlesztési tervben szerepel.

5. A pilgerhengersor gépi berendezéseinek szilárdsági ellenőrzése

Az előtolás növelésével növekszik a hengerlés közben kialakuló hengernyomás, hengerlési nyomaték és hengerlési teljesítményszükséglet. A hengersor gépi berendezéseit a megnövekedett igénybevételnek megfelelően szilárdságra felül kell vizsgálni. Vagy a gépi berendezések megerősítésére van szükség, vagy az előtolás növekedésének korlátozására, ha a gépi berendezések a megnövekedett igénybevételnek nem felelnek meg.

6. A pilgerhengersorhoz csatlakozó munkafolyamatok teljesítményének vizsgálata

Az előtolás növelésével nagyobb lesz a hengersor teljesítőképessége. A pilgerhengerműhöz csatlakozó munkafolyamatokat a megnövekedett teljesítménynek megfelelően kapacitásuk szempontjából felül kell vizsgálni. A csatlakozó berendezéseket fejleszteni kell, vagy az előtolás növekedését kell korlátozni, ha a csatlakozó berendezések kapacitása nem elegendő.

3. A gyakorlatban használatos előtolások rendszeres mérésének biztosítása

A számítással meghatározott és a műveleti utasításban előírt helyes előtolások tartása szempontjából igen fontos követelmény a gyakorlati előtolás rendszeres mérésének megvalósítása. Az előtolás mérésére számtalan kísérlet folyt. A kísérletek elve általában az volt, hogy az előtoló berendezés előre mozgása során egy ellenálláshuzal hossza megnövekedett, az így megváltozott ellenállás Wheatstone-hídba kötve a leolvasó műszeren a berendezés által megtett úttal arányos kitérést adott.

E kísérletek azonban a mérés pontosságában és a gyakorlati megvalósításban nem vezettek eredményre.

Célszerűnek látszik az előtolás helyett az ütésszám mérését megvalósítani. Az erre vonatkozó kísérletek igen kedvező eredményt mutattak, s jelenleg kivitelezés alatt áll egy elektronikus számláló berendezés, mely az ütésszám mérését végzi.

A berendezés azt számlálja, hogy hengerlés közben a nyers cső hányszor ütődik a pilgerhengerbe és az eredményt a hengerelt cső teljes hosszára, hosszának meghatározott szakaszára vonatkoztatja.

Amikor a nyers cső a pilgerhengerbe beütődik a pilgerállványban hangfrekvenciás impulzus keletkezik. Ezt az impulzust egy vevő érzékeli. A vevőben kapott jelfeszültséget egy elektronikus szerkezet felerősíti, szűri, átalakítja. Az elektronikus szerkezet kivezérli a digitális analógkonvertert, amely egy mechanikus számlálóval van összekapcsolva. A számláló mechanikusan, vagy elektromosan nullázható.

Az ütésszám mérésére három számláló szolgál.

A készülékbe épített első számláló a cső teljes hosszára eső ütésszámot a hengerelt összes csődarabszámra összegezve számolja.

A készülékbe épített második számláló a cső hosszának meghatározott szakaszára eső ütésszámot a hengerelt összes csődarabszámra összegezve számolja.

A kormánypadon elhelyezett harmadik számláló a cső hosszának meghatározott szakaszára eső ütésszámot minden egyes hengerelt csőre egyenként számolja.

A második és a harmadik számlálóban a csőhosz meghatározott szakaszának határait a pilgerállvány után megfelelő távolságban elhelyezett 2 fotocella érzékeli. Az első fotocella érzékeli a cső érkezését a szakasz kezdetére és beindítja, a második fotocella érzékeli a cső érkezését a szakasz végére és megszünteti a számlálást a második és harmadik számlálóban.

A készülékbe beépített első és második számláló leolvasása és nullázása műszakoként, vagy naponként végezhető.

A kormánypadon elhelyezett harmadik számlálót a kormányos egyenként, minden egyes hengerelt csőre külön olvassa le. A gyors tájékozódást megfelelően kialakított jelzőlámparendszer segíti. A kormányos tehát hengerlés közben folyamatosan tudomást szerez a tényleges ütésszámról és megfelelően korrigálja. A számláló nullázását az érzékelő fotocellák automatikusan végzik.

Előadásomban a Csepeli Csőgyár 6—12″-os nagyhengersorának pilgerhengerművére vonatkozóan átfogó képet kívántam nyújtani a legkedvezőbb előtolás meghatározásának és üzemi használatának lehetőségeiről és feltételeiről, s ennek a pilgerhengermű teljesítményére és a hengerelt csövek minőségére kifejtett hatásáról. A közölt megállapítások azonban az egyedi adottságok figyelembevételével általánosságban minden más pilgerhengerműre érvényesek. Előadásom alapján megállapítható, hogy a pilgerhengerművek termelékenységének növelésére számos lehetőség és feltétel van. Ezek kihasználásához céltudatos kísérleti és fejlesztési tevékenységre van szükség.

IRODALOM

[1] *Dr. Geleji Sándor:* Kohógéptan. Akadémiai Könyvkiadó, Bp.
[2] *Jemeljanyenko, P. T.:* Csőhengerlés pilgersorokon.
[3] *Kozsevnyikov, Sz. N.—Prazdnyikov, A. V.:* A pilgerhengermű termelékenységnövelésének lehetőségei. Csernaja Metallurgia 1958. 7. sz.
[4] *Kozsevnyikov, Sz. N.—Prazdnyikov, A. V.:* Pilgerhengerműi előtolóberendezés szánmozgató szerkezet hidraulikus hajtásának dinamikája. Csernaja Metallurgia 1960. 8. sz.
[5] *Paul Grüner:* Das Walzen von Hohlkörpern und Kalibrieren von Werkzeugen zur Herstellung nahtloser Rohre. 1959. Springer, Berlin

Helytelen — **helyes**

A *váltásoknál* 3 órás fűtést és utána 2 órai *fúvatást alkalmaztak.* — A **váltások alkalmával** 3 órás fűtést 2 órás **fúvás követett.** (Az első mondat tele van hibával, de közülük csak egyet emelünk ki, a fúvatást. A nagyolvasztóba a levegőt a fúvókákon keresztül fújják be, nincs szükség a műveltető igére, a fúvatásra.)

A hevítés a levegő teljes kizárásával *kell történjen.* — A hevítést a levegő teljes kizárásával kell **végezni.** (A történik, de még inkább a kell történjen egy tőlünk független eseményt jelent, holott a hevítést nekünk kell irányítanunk, végeznünk.)

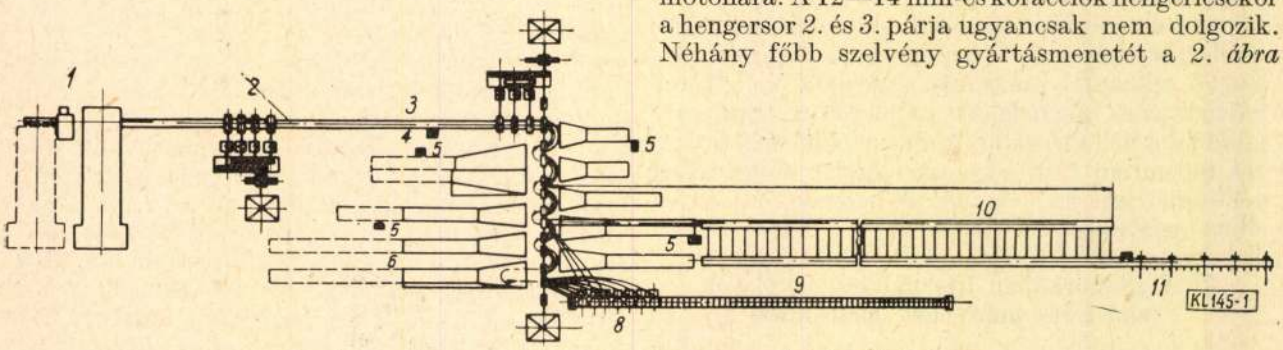
Az ózdi drótsor korszerűsítése

LŐRINCZ OSZKÁR okl. kohómérnök

DK 621.946.004 — Ózd

1. A korszerűsítés előtti állapot áttekintése

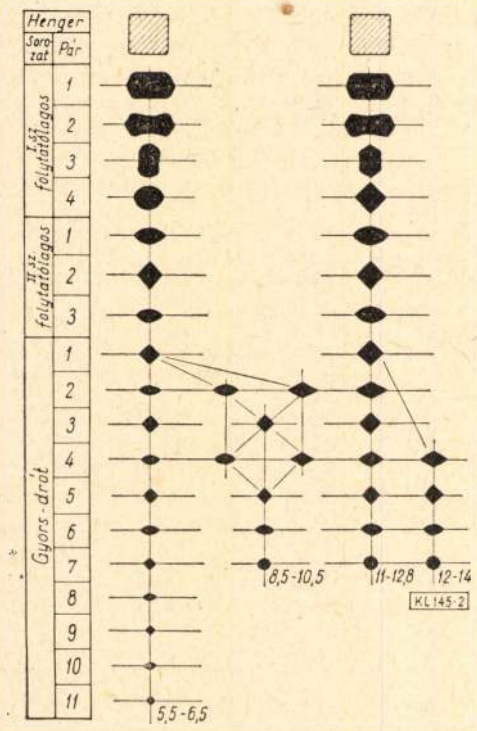
A gyorsdrótsor az 1913—15-ös években épült. A hengersor félfolytatólagos telepítésű. Két csoportra bontott, 4—4 állványos folytatólagosan elrendezett előnyújtósorból és a II. sz. folytatólagos sor utolsó párjához kapcsolódó, két lépcsőben meghajtott, 10 állványos nyitott készsorozatból áll. A telepítési vázlatot az *1. ábra* mutatja.



1. ábra. A gyorsdrótsor telepítése, korszerűsítés előtti állapot

1 = kemencék, 2 = I. sz. folytatólagos sor, 3 = görgősor, 4 = melegolló, 5 = selejtmotolla, 6 = hurokcsatornák, 7 = II. sz. folytatólagos sor, 8 = motollák, 9 = szállítószalag, 10 = gyorssor-hűtőpad, 11 = hidegolló

A hengersor programja: hengerhuzal 5,5—14 mm-ig, rúdacél 8,5—14 mm-ig, laposacél, ovalacél rúdban, vagy tekercsben, továbbá munkavezeték és grówergyűrűacél. A kiinduló féltermék korábban 75×75 mm szelvényű 105 kg, 126 kg, illetve 135 kg súlyú buga, később, egészen a korszerűsítésig 80×80 mm-es szelvényű 130 kg, illetve 160 kg-os buga volt. Az I. sz. folytatólagos soron előnyújtott szálakat a két folytatólagos sor között elhelyezett ollón feleztük. A 18 hengerpár együtt csak az 5,5—6,5 mm-es hengerhuzal gyártásakor dolgozik, a 7—8 mm-es huzalméretek hengerlésekor a nyitott hengersor *2.* és *3.* párja nincs használatban. A 8,5—14 mm-es méreteket készre a hengersor *7.* párja hengerli vagy a hűtőpadra, vagy a motollára. A 12—14 mm-es köracélok hengerlésekor a hengersor *2.* és *3.* párja ugyancsak nem dolgozik. Néhány főbb szelvény gyártásmenetét a *2. ábra* szemlélteti. A darabokat a két folytatólagos sor között csoportos meghajtású görgősor továbbítja és itt van elhelyezve egy felező és egy végvágó olló is. A nyitott készsor mögött átvezetők helyezkednek el, elől a szálakat hengerészek vetik át. A hengerlési sebesség a *11.* páron 8 m/s, a *7.* páron 6,5 m/s volt. A tekercsképzésre hét db Garett-típusú, közlőműves meghajtású motolla szolgált, amelyek maximálisan 110 kg-os karikákat csévéltek 500 mm belső és 700 mm külső átmérővel. A gyakorlati átlagos karikasúly 76 kg volt, mert leginkább 160 kg-os bugákat használtak és az előnyújtott szál felezésre került a II. sz. folytatólagos sor előtt. A motollákból a tekercsek egy 48 m hosszú szállítószalagra estek. Innen a tekercseket megfelelően kiképzett fogók segítségével nagyszámú személyzet kézi erővel húzta el a tároló- és kötözőhelyre.



2. ábra. A sorozat programjára jellemző néhány termék szúrás vázlata

A hengersort kiegészíti egy 82 m hosszú és 4,2 m hasznos szélességű, 345 m² hűtőfelületű gereblyés hűtőpad. Ezt a hengersorral egyidőben létesítették.

A hengersorhoz egy regeneratív tüzelésű 12 t/h teljesítményű kemence tartozott. Ezt 1951-ben lebontották, s helyette rekuperatív rendszerű 16 t/h teljesítményű kemencét építettek.

2. A korszerűsítés célja és terjedelme

A gyors-drótsor műszaki berendezése az üzembehelyezése óta eltelt több mint 48 év alatt lényegében nem változott. Az ez idő alatt elvégzett felújítások — a kemence átépítésétől eltekintve — nem voltak technikai korszerűsítések és nem is érintették a termelő egység legfontosabb részeit.

Felújításra kerültek természetesen a hengerállványok, a motollák, a hurokcsatornák és átvezetők, de az eredetivel azonos kivitelben. A sorvonó motorok még a régiek és a fogaskerék hajtóművekkel együtt elöregedtek, a fogaskerék szekrények megrepedeztek, a hajtóművekben is törések keletkeztek. Ezek korszerű felújítását tovább halasztani már nem lehetett.

A termelés növelését akadályozta az, hogy a motollákhoz kapcsolódó szállítószalagról a tekercseket kézi úton, nehéz fizikai erőkifejtéssel kellett a tárolóhelyre húzni és ott a kötözéshez felállítani. De a motollák maximálisan 110 kg befogadó képessége is útjában állt a termelés emelésének.

A korszerűsítés célja elsősorban a termelés növelése volt éspedig mind a hengerlési sebesség, mind a darabsúly növelése révén; további célkitűzés volt az elöregedett berendezések korszerű felújítása s ezzel az üzembiztonság növelése.

A kitűzött feladatnak megfelelően ki kellett cserélni a kis befogadó képességű motollákat, gépesíteni kellett a tekercselszállítást, új kemencét kellett építeni a megnövekedett teljesítményre. A korszerű felújítás keretében elsősorban a hajtóműveket kellett kicserélni, a továbbiakban pedig — minthogy a korszerűsítés még nem zárult le — módot kell találni a hengersorvonó motorok cseréjére is, a két folytatólagos szakasz között egyedi meghajtású görgőket kell majd beépíteni, magukat az állványokat is fel kell újítani s eközben a négy utolsó állványban gördülőcsapágyakat célszerű használni.

A sorozathoz tartozó hűtőpad, mint azt a továbbiakban kimutatjuk, erősen hátráltatja a reá kerülő rúdáru termelésének növelését s ezért mérlegelni kell egy későbbi időpontban a hűtőpad korszerűsítését is.

3. A sorozat korszerűsítésének előkészítése és végrehajtása

A hajtóművek megválasztása előtt a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohógéptani Tanszékével méréseket végeztettünk a két folytatólagos hengersoron a hengerlési nyomatékok megállapítása céljából.

A mérések azt mutatták, hogy az új hajtóművekben nincs szükség lendítőkerekekre s ez a szerkezeti rész elhanyagolható.

A hengerlési sebesség növelését eredetileg a 42 Hz frekvenciával dolgozó hengersorvonó motornak 50 Hz-re való átkapcsolásával véltük megoldani és ezáltal 50/42 arányú, azaz 1,19-szeres sebességnövekedést biztosítani.

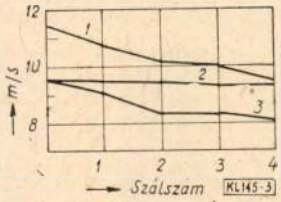
A munkák előkészítése folyamán nagy gondot okozott a megnövelt hengerlési sebesség üzemi viszonyainak tanulmányozása.

Meg kellett tudnunk, hogy a hengerészek hogyan tudnak a nagyobb hengerlési sebességhez alkalmazkodni és ehhez milyen feltételeket kell biztosítani. Egyes szerzők a kézi átvetésű, nyitott drótsorra a legnagyobb, még elviselhető hengerlési sebességet 12 m/s-ben adják meg, más szerzők [1] a max. 10 m/s hengerlési sebességet, mint felső határt jelölik meg.

Az irodalomban ismertetett nyitott drótsorok általában 8—9,6 m/s hengerlési sebességgel dolgoznak [2], [3]. A hengerlési sebességet megnövelő 50 Hz-es üzemet a leromlott hajtóművel a készsorozaton meg sem lehetett kísérelni, ugyanis a sebesség az addigi 8—9,6 m/s-ről 9,55—11 m/s-ra növekedett volna.

A hajtómű átépítését követően azután több kísérleti hengerlést végeztünk 50 Hz-en és több napon át alaposan megfigyeltük és feljegyeztük a fellépő zavarok fajtáit és helyét.

A kísérleteket azonban zavarta az, hogy a bugasúlyt nem lehetett megnövelni a tervezett mértékre a motollák kis befogadó képessége és a rövid hurokcsatornák miatt. Azt mindenesetre megállapítottuk, hogy a szálak számának változása nyomán bekövetkezett motorfordulatszám-esés olyan mérvű ingadozást okoz a hengerészek teljesítőképességében, ami miatt biztonságos üzemmenetre, egyenletes hengerlési teljesítményre számítani nem lehet. Minthogy a szálszámváltozás a hengerlés során elkerülhetetlen, a fellépő zavarokkal számolni kellett és meg kellett keresni a kiküszöbölésük módját, annál is inkább, mert ezeknek a viszonyoknak alapján feltételeztük, hogy az egyenként meghajtott motolláknak a hengersorral való szinkron futását a legtökéletesebb szabályozó rendszer sem biztosítja olyan jól, mint a régi motollák közlőműves megoldása. Ennek oka az, hogy a szálszámváltozás okozta fordulatszámesés pillanatszerűen megy végbe s bár a fordulatszámláló dinamó a jelet a szabályozó berendezéshez leadja, ez pedig módosítja is a motollamotorok gerjesztését, a motollaforgórész tehetetlensége folytán azonban a változás csak később következik be, sokszor már csak akkor, amikor az újabb jelre éppen ellenkező értelmű változásnak kellene végbemennie. Ez az aggály jogos volt, mint arról az új motollaberendezés első kísérleti időszaka alatt meggyőződtünk. Ez a körülmény, valamint a hengerészek munkáját erősen meghatározó szálszámváltozás is azt kívánta, hogy a hengersorvonó motort rövidre zárjuk. Ezzel azután el is értük a tervezett hengerlési sebességet a leggyakoribb 3 és 4 szálas hengerléskor.

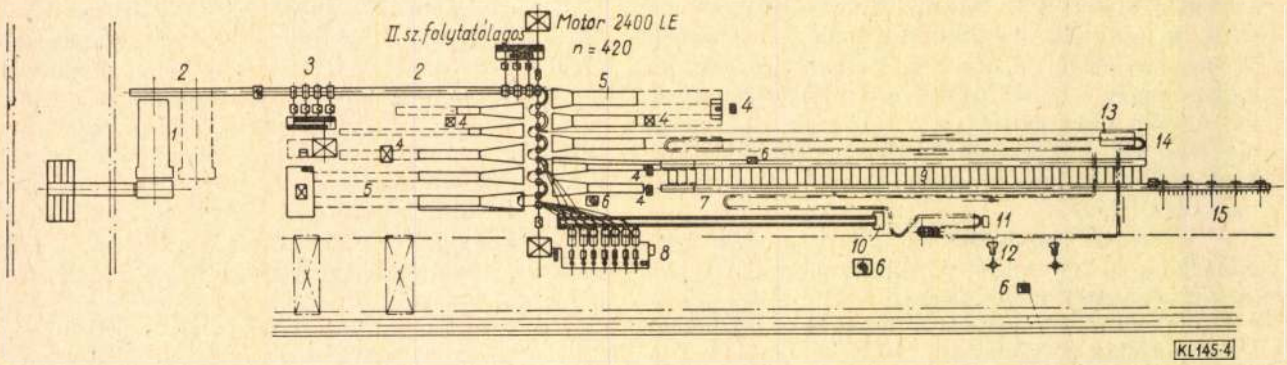


3. ábra. A drótsori motornak a terheléstől függő fordulatszám-esése a 11. pár hengerlési sebessége változásának függvényében 50 Hz és 42 Hz frekvencián, valamint rövidre zárva

1 = 50 Hz, 2 = 42 Hz rövidre zárva, 3 = 42 Hz

A *3. ábra* a drótsori meghajtó motornak a terheléstől, azaz a szálszámtól függő fordulatszám esését, illetve a kész hengerállvány hengerlési sebességének változását szemlélteti 42 és 50 Hz-en, valamint 42 Hz és rövidre zárt motorral.

A kísérleti üzem időszakában kikristályosodtak mindazok a tennivalók, amelyekkel a korszerű-



4. ábra. Gyorsdrótsor telepítése, korszerűsítés utáni állapot

1 = kemencék, 2 = görgősor, 3 = I. sz. folytatólagos sor, 4 = selejtmotolla, 5 = hurokcsatorna, 6 = kormányfülke, 7 = szállítószalag, 8 = motollák, 9 = hűtőpad, 10 = kötegfeladó, 11 = kötélfeszítő, 12 = karikaleszedő, 13 = karikakötöző, 14 = kötélpálya, 15 = hidegolló

sítés befejezése után az előirányzott termelést és üzembiztonságot el lehet érni. Az új motolla és szállítóberendezés, valamint a hurokcsatornák meghosszabbítása és fokozatos leszűkítése a nagyobb súlyú bugák (130—200 kg-os) használatát tette lehetővé és az ostorszerű szálvégcsapódásokat megszüntette. A hurokcsatornák végeibe elhelyezett selejtmotollák a selejteltávolítást könnyítették meg. A bugatérre épített bugarendező és szállítóberendezés a kemence kiszolgálását lényegesen javította.

A főbb egységek különböző időszakban létesültek. A rekuperatív rendszerű kemence átépítésének előkészítése 1958-ban kezdődött meg, ekkor készült el a rekuperátorok alapozása és a kémény. A kemence a finomsort kiszolgáló régi regeneratív tüzelésű kemence helyére került. A régi kemence lebontása 1960. január 17-én kezdődött és az új kemence ugyanazon év augusztusában készült el. Az új kemence felépítésével a finomsor hevítési problémája is megoldódott, mert a drótsor számára 1951-ben felépített kemence ezekután már a finomsort látta el.

A hajtóművek átépítése 1960. III. 28-tól V. 15-ig tartott, a motollák cseréjére pedig a következő évben került sor III. hó 16-i kezdéssel és V. hó 23-i befejezéssel. Ez idő alatt a hengersor hűtőpadi termékeket gyártott. A sorozat elrendezését a korszerűsítés után a *4. ábra* szemlélteti.

Az új berendezések az első napokban jelentkező kezdeti nehézségek leküzdése után megnyugtatóan működtek és megfeleltek az eredeti célkitűzéseknek, ami részben annak is köszönhető, hogy kitűnő szakembereink vannak, akik még a legkorszerűbb berendezéshez is alkotó javaslatokkal és módosításokkal tudtak hozzájárulni. A hengersor jellemző adatait az *1. táblázat* tartalmaza.

1. táblázat

A gyorsdrótsor műszaki adatai

	Hengersorszám	Korszerűsítés előtt			Korszerűsítés után			
		hengerátmérő hengertesthossz	szinkron és tényleges fordulatszám 42 Hz		hengerátmérő hengertesthossz	szinkron és tényleges fordulatszám 42 Hz		50 Hz
		mm	Nsz	Nt	Nsz	Nsz	Nt	Nt
I. folytatólagos sor	1.	380/1200	31,7	28,2	385/1200	37,9	36,5	43,4
	2.	380/1200	43,3	38,6	385/1200	51,7	49,8	59,3
	3.	360/1200	66,2	59,0	365/1200	78,8	76,0	90,5
	4.	360/1200	99,5	88,5	365/1200	118,4	114,0	136,0
II. folytatólagos sor	1.	350/1000	86,0	78,0	350/1000	89,0	85,5	—
	2.	350/1000	128,0	114,5	350/1000	132,4	127,5	—
	3.	350/1000	205,0	192,0	350/1000	211,4	204,0	—
készsor	1.	278/1000			275/1000			
	2.	278/ 750			250/ 750			
	3.	280/ 750			267/ 750			
	4.	298/ 750	420,0	390,0	265/ 750	420,0	405,0	
	5.	290/ 750			285/ 750			
	6.	298/ 750			300/ 750			
	7.	300/ 750			320/ 750			
	8.	250/ 750			240/ 750			
	9.	265/ 750	630,0	530,0	262/ 750	630,0	620,0	
	10.	275/ 850			280/ 750			
	11.	290/ 850			300/ 850			

4. Az új berendezések ismertetése

4.1. Hajtóművek

A két folytatólagos sor hajtóművét a CENTROZAP útján a HUTA ZYGMUND gyártól szereztük be. Mindkét hajtómű csoportos meghajtású.

A hengersor vonómotort a hajtóművel Bibby-tengelykapcsoló, a hajtóművet a pörgőállványokkal fogas tengelykapcsolók, a pörgőállványokat a hengerekkel bronzbetétes univerzális kapcsolók kötik össze.

A fogaskerekek és a csapágyak központi kenőberendezésből keringtető olajkenést kapnak. A kenőberendezés két fogaskerék-szivattyúból, egy olajtartályból, hűtőből, hálós szűrőből és a csőhálózatba csatlakozó mérő és ellenőrző berendezésből áll.

A hajtóművek műszaki adatait a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

A hajtóművek műszaki adatai

	I. hajtómű	II. hajtómű
Névleges forgatónyomaték a hajtótengelyen	4 200 kpm	7 000 kpm
Max. forgatónyomaték a hajtótengelyen ..	12 000 kpm	21 000 kpm
Hajtótengely fordulatszáma	420/p	420/p
Pörgőtengely fordulatszáma, n_1	37,9/p	89/p
n_2	51,7/p	132,4/p
n_3	78,8/p	211,4/p
n_4	118,4/p	420,0/p

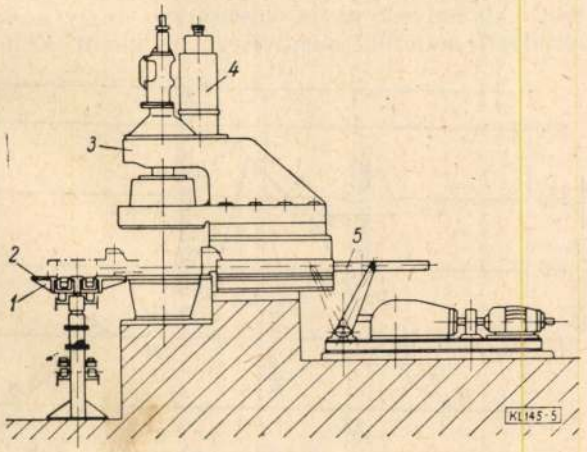
4.2. A motollák és a szállítóberendezés

A teljes berendezést a Moeller és Neumann cégtől (NSZK) szereztük be.

Fő részei:

a) Hét Garrett-típusú motolla kiemelőasztallal és karikaletoló berendezéssel *(5. ábra)*.

Csévélési sebesség a *7.* párból kifutó hengerléskor $v = 5{,}2—7{,}6$ m/s, a *11.* párból $v = 7{,}2—12$ m/s. A tekercs belső átmérője 600 mm, a külső átmérője 900 mm. A maximális tekercssúly 200 kg.



5. ábra. Az új motollaberendezés a letoló- és emelőasztallal
1 = előasztal, 2 = szállítószalag, 3 = Garrett-motolla
4 = meghajtó motor, 5 = karikaletoló

b) Motollák előtt elhelyezett 14 m hosszú láncos szállítszalag $v = 0{,}8$ m/s.

c) Rendező- és elosztóasztal van a 14 m-es szállítószalag után.

d) Szakaszos üzemű, 48 m hosszú láncelemes szállítószalag:

$v = 0{,}45$ m/s, osztástávolság 1500 mm, 300 köteg/óra teljesítményen 12 mp-ként mozdul egy osztástávolságot.

e) Karikafeladó asztal.

f) Folyamatos üzemű, 315 m hosszú horgospálya 230 db horoggal, 2 karikaelszedő berendezéssel és 2 gyűjtőkereszttel. A horgospálya sebessége: $v = 0{,}05—0{,}15$ m/s.

A tekercsek teljes hűlési ideje a hengerlés ütemétől függően 47—94 perc.

A motollákat külső gerjesztésű egyenáramú motorok hajtják, míg a többi berendezést közbeiktatott hajtóműveken keresztül aszinkron motorok mozgatják.

A készhengerek (*7.* illetve *11.* pár) és a motollák szinkron futásának biztosítása, valamint a tekercselés és az elszállítási művelet automatikus azáltal, hogy a hengersorvonó motorhoz kapcsolt fordulatszámláló dinamó feszültsége, mint KELL jel egy integráló erősítőbe jut, ahol a motorokat tápláló Leonard-generátor feszültségével, mint VAN jellel összehasonlításra kerül és a generátor gerjesztését a szükséges mértékben kiegyenlíti, illetve szabályozza. Ezenkívül minden elvégzett művelet egy következő műveletet indít meg, folyamatosan egészen a tekercsek leszedéséig és összegyűjtéséig a kereszteken.

A hengerésznek fényjelző berendezés mutatja, hogy a hét motolla közül melyik tud szálat fogadni. A fényjelző berendezést és a motollák kikapcsolását a motollákhoz vezető csövek fölé helyezett fotocellák vezérlik. Amikor a szál eleje egy fotocella előtt elhalad, a motolla fényjelző berendezése kialszik. Miután a szál vége is elhaladt a fotocella előtt, egy rövid késleltetésű időrelé a motolla motorját kikapcsolja. A motolla fordulatszámának bizonyos mértékű csökkenése után a motor ellenáramú fékezést kap mindaddig, amíg az utóbbi az ellenkező irányba kezd forogni a köteg lazítása, valamint a köteg leejtésének kapcsolása végett. A kosárban levő tekercstartó karokat mágneses szelepvezérlésű léghenger nyitja. Az ürítés után a motollakarok visszatérnek eredeti helyezetükbe, s ekkor egy végkapcsoló a motollamotort megindítja, a jelzőlámpa kigyullad és jelzi, hogy a motolla újra fogadóképes.

A továbbiakban a mágneses szelepvezérlésű léghenger a lerakóasztalt felemeli, majd az általa működtetett letoló a köteget a lerakóasztalra tolja. Miközben a letoló visszatér kiinduló állásába, a lerakóasztal lesüllyed, a köteg ráhelyeződik a mozgó láncos szállítóra és elindul az átadóasztal felé. Hogy a motollák letolói ne tudjanak az előttük futó kötegre tolni, a lerakóasztalok emelése villamos reteszelésű. A reteszelést, ha szükséges, fel lehet oldani. A kezelő kézzel is beavatkozhat,

illetve az elakadt folyamatot áthidalhatja. Ha a szállítóberendezésben torlódás van, a motollák előtt és a motollákban 21 köteget lehet tárolni.

A motollák előtt levő 12 m-es szállítószalag kikapcsol, ha az átadóasztalban egy köteg van és egy második köteg az átadóasztal elé érkezett. A szállítószalag automatikusan akkor indul újra, amikor az átadóasztalon levő köteget a szakaszos üzemű szállítószalag elszállította.

A 48 m-es szakaszos szállítószalagra dolgozó átadóasztal akkor süllyeszthető, ha köteg van rajta és a szakaszos szállító éppen osztáson áll. Az asztal alsó helyzetében a köteg útját álló ütközőpajzs felemelkedik, a szakaszos szállító bekapcsolódik és a köteget az asztaltól tovább viszi. Ezután az átadóasztal felemelkedik, az ütközőpajzs ismét lesüllyed.

A kötegek a szakaszos szállítóról a feladó gyűjtőtáskájába érkeznek. A horgok által működtetett végálláskapcsoló a feladóberendezést bekapcsolja és ez a köteget a feladóasztal előtt elvonuló horgok egyikére feladja.

A horgospályán lehűlt, bekötött köteget a leszedő berendezés az elfordítható gyűjtőkereszt egyik ágára átadja. A gyűjtőkeresztről daru rakja vasúti kocsiba az összekötött kötegeket.

A messzemenően automatizált berendezés, ha szükséges, kézi vezérléssel is működtethető. A vezérlést úgy reteszelték, hogy kézi vezérléskor a kezelési hibákat messzemenően kizárják. Zavarmentes üzem közben a kormányos-személyzet tevékenysége csak a működési folyamat ellenőrzésére korlátozódik.

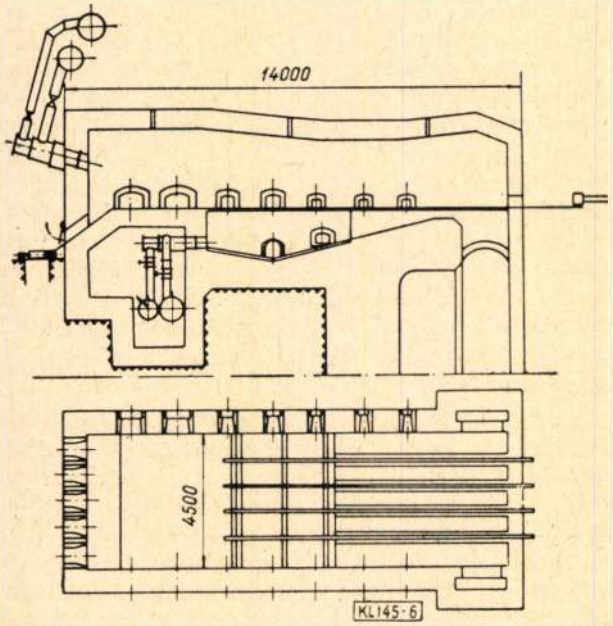
4.3. Tolókemence

Kétterű, áttolós rendszerű 20 t/h névleges teljesítményű gáz- és levegő-rekuperátorral dolgozó kemence, amelynek vázlatát a *6. ábra* szemlélteti. A Schack-rendszerű gázrekuperátort jelenleg szerelik, egyelőre csak a levegő-rekuperátor működik, amelyben a levegő hőmérséklete 400—500 C°. A levegő-rekuperátorban 165 db 34% Cr-tartalmú tűs elem helyezkedik el, négy szakaszban.

A kemence belső szélessége 4,5 m, hossza 14 m, magassága 1,3 m. A fenék hasznos felülete 50,4 m². A kemencefenék-terhelés 380 kg/m²/h, a drótsorra vonatkoztatva, a gyors-drótsorral együtt pedig 320 kg/m²/h. A kemencébe bevitt 1 millió kcal-hoz 1000 m³ levegő szükséges. A fajlagos hőfogyasztás 0,45—0,55·10⁶ kcal/t. Tüzelőanyaga: generátorgáz, kohógáz, földgáz és pakura, illetve ezek megfelelő kombinációja. Az égő Haán-típusú. A homlokon egyenként 1400 Nm³/h teljesítményű, az alsó térben pedig 3 egyenként 1100 Nm³/h teljesítményű égő van.

A bugák betolatása céljából a feneken négy 76 mm átmérőjű, 10 mm falvastagságú vízhűtéses acélforrcső van 10 m hosszúságban öntöttvas párnázatban elhelyezve. A csövek felületére különleges koptatósínt hegesztettek. A csöveket kromogénbetonnal szigetelték. A bugák lecsúsztatására a homlokrészen a fenti megoldással hat acélcső van. A tűztér feneke magnezit, a kemencetest többi falazata samott-tégla, a boltozat függesztett. A kémény lemezköpenyes, belül samottbéléssel.

A kemence teljesen műszerezett és automatikus szabályozással működik, kivéve az olajégők mennyiségi szabályozását.

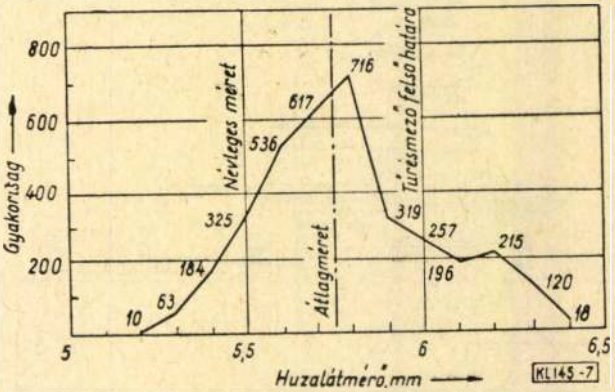


6 ábra.. 20 t/h teljesítményű rekuperatív rendszerű kemence vázlata

5. A korszerűsítés eredményei

Figyelemreméltó eredmények a hajtóművek korszerű felújítása nyomán jelentkező üzembiztonság, a kemence átépítése és a motollák, valamint a szállítóberendezések kicserélése révén jelentkező gazdasági következmények. Néhány jellemző adatot a *3. táblázat* tartalmaz. Ebben a táblázatban a korszerűsítés előtt és után eltelt két év adatait hasonlítjuk össze. Az eredmények szembetűnőek.

Mint látható, a gyorssori rudárutermelés alig emelkedett, mert ennek ütemét a korszerűsítés után is a változatlanul hagyott hűtőpad szabja meg. A motollákra kerülő gyártmányok órateljesítménye azonban igen számottevően megnövekedett. A drótsor átlagos órateljesítmény emelkedését valamelyest az is elősegítette, hogy a 6,5 mm alatti méretek mennyisége csökkent. Ebből



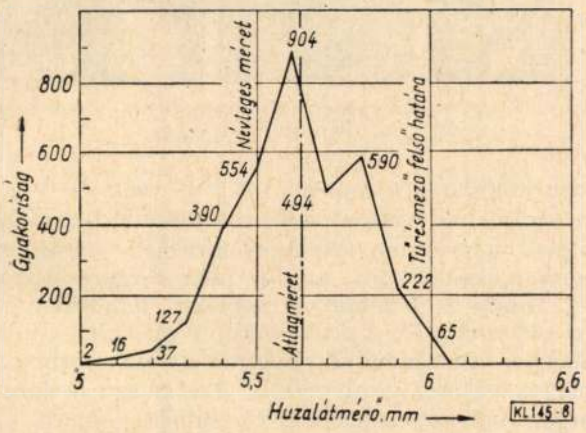
7. ábra. Az 5,5 mm-es hengerhuzalok méretszóródása a korszerűsítés előtti időszak adatai alapján

3. táblázat

Korszerűsítés eredményeit jellemző adatok

Hengersor	Termékfajta	1958-59. év			1961. III. n. év—1963. III. n. év			
		Termékmegoszlás a termelés %-ában	Üzemidő kihasználás, %	t/h	Termékmegoszlás a termelés %-ában	Üzemidő kihasználás, %	t/h	Telj. növekedés, %-ban
Gyorssor	Rúd	19,76	84,34	10,82	17,58	88,02	10,96	1,3
	Huzal	9,24	84,72	11,20	10,61	86,07	14,16	14,8
	Összes	29,00	84,45	10,94	28,19	87,40	11,98	9,5
Drótsor	Huzal							
	5,5 mm	57,53	79,92	13,00	28,40	82,22	15,45	18,8
	6,0 mm	2,47	86,17	11,00	4,45	86,24	16,32	48,4
	6,5 mm	6,34	84,77	14,23	35,30	83,81	21,68	52,4
	7,8 mm	4,65	87,74	15,74	3,44	81,99	19,30	22,7
	Egyéb	—	—	—	0,22	75,35	9,23	—
	Összes	71,00	81,02	13,28	71,81	83,10	18,22	37,2

származó teljesítményjavulás azonban elenyésző a sebességnövekedés és a bugasúlynövelés termelésnövelő hatása mellett.



8. ábra. Az 5,5 mm-es hengerhuzalok méretszóródása a korszerűsítés utáni időszak adatai alapján

A gyártmány javulását szemléltetik a *7.* és a *8. ábrák.* Az előbbi korszerűsítés előtt 3598 mérés alapján, az utóbbi a korszerűsítés után 3401 mérés alapján készült. Az átlagméret 5,76 mm-ről, 5,63 mm-re csökkent, a tűrésmezőből pedig már alig esik ki néhány mérés.

Az egyéb kedvező eredmények között is ki kell emelni a fizikai munka megkönnyítését, amely főként a tekercselhúzás és kötözés megszüntetésében nyilvánult meg. Bár a teljesítmény növekedett, mégis a hengerészek munkája kedvezőbbé vált, mert a darabsúly-növekedés következtében kevesebb szálat kell átvetniök az időegységben.

Általánosságban megállapítható, hogy a befektetett költségek mindenképen arányban állnak a gazdasági eredményekkel. A huzaltermelés további lényeges növelését lehetne elérni azáltal, hogy a gyorssori hűtőpadi termékeket más hengersorokon gyártanák, s a most korszerűsített sorozat csak tekercselt huzalt állítana elő. Az ilyen aránylag nagy teljesítményű hengersort helytelen kis teljesítményt adó termékek gyártásával terhelni, különösen akkor, amikor a huzaltermékek iránt egyre nagyobb kereslet nyilvánul meg.

Összefoglalás

A dolgozat rövid áttekintést nyújt az ózdi drótsoron végrehajtott korszerűsítésről, a felmerült műszaki problémákról és megoldásukról, valamint a korszerűsítés következtében mutatkozó műszaki, gazdasági eredményekről. Rámutat továbbá a termelés növelésnek további lehetőségeire.

IRODALOM

[1] *Dahl, Theodor:* Neuzeitliche Drahtstrassen und Walzenlagerung Stahl u. Eisen 1950. jún. 22. 13. sz. 543. old.

[2] *Puppe, J.:* Walzwerkswesen, Düsseldorf, Verlag Stahleisen M. B. H., Berlin, Verlag Julius Springer 1929. 745. old.

[3] *Puppe, J.* · Walzwerkswesen, Düsseldorf, 1934. 477, 478. old.

Helytelen — **Helyes**

Az anyagban 420 C°-on 5 órás hevítés után sem *történt* lényeges változás. — Az anyagban 420 C°-on való 5 órás hevítés után sem **következett** be lényeges változás.

A minta gázban *történt* vizsgálati *értékeit* a 3. táblázat mutatja. — A mintát gázban **vizsgáltuk,** a **kapott adatokat** a 3. táblázat mutatja. (Az első mondat egészen bizonytalanságban hagy minket afelől, hogy minek az adatairól van szó, hiszen a vizsgálat mintaként használt gázban történik. A vizsgálat eredménye inkább adat, mint érték. Az érték szó az utóbbi időben a német „Werte" megfelelőjeként erősen elharapódzott a szaknyelvekben.)

Jelenleg még *igen szűk* ismeretekkel rendelkezünk az anyag kristályszerkezetének az aktivitásra gyakorolt *hatásával kapcsolatban.* — Jelenleg még csak **korlátozott** ismereteink vannak az anyag kristályszerkezetének az aktivitásra gyakorolt **hatásáról.** (Az igen szűk ismeretnél jobb fogalmazás a hiányos, elégtelen, kevés stb. Ezenkívül inkább valamiről, mint valamivel kapcsolatban vannak ismereteink.)

A próbavétel és az előkészítés jelentősége a vas-alapú fémek spektrométeres és röntgenfluoreszcens elemzésében*

HEGEDŰS ZOLTÁN és dr. WESZPRÉMY BARNA
Csepel Vas- és Fémművek

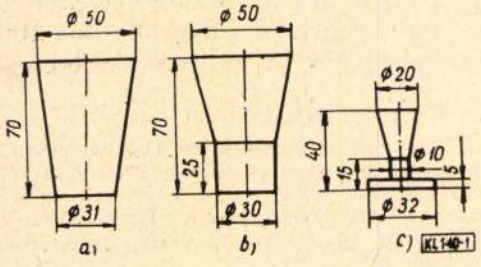
Előadásként elhangzott a XI. Colloquium Spectroscopicum Internationale keretében, Beograd 1963.

DK 669.15 : 544.64.65

Az automata színképelemző berendezésekkel kapcsolatosan a próbavétel és előkészítés többféle meggondolást tesz indokolttá és a műveletek megtervezésében különleges intézkedéseket kíván. Miután kísérletileg meggyőződtünk arról, hogy a mintákat vizsgálat előtt nem szükséges okvetlenül kovácsolni, hanem a jól megválasztott öntési módszer és kokilla teljesen megfelelő próbákat ad, lehetővé vált a gyors és egyszerű mintavétel gazdaságos megszervezése. A kísérletek az öntött mintákkal mutatkozó különleges kérdésekre is ráirányították a figyelmet. Ezek figyelmen kívül hagyása esetenként nehézséget okozhat, ezért ismertetésük e dolgozat célkitűzése.

A próba vétele a következő : a kemencéből kb. 1 kg befogadóképességű kanállal kivett olvadékpróbát kúpos, vagy kúpos és hengeres üregű, vastagfalú öntöttvas kokillába öntjük. Öntés előtt a meg nem nyugtatott acélokat alumíniumhuzaldarabbal csillapítjuk. Dermedés után a még vörösen izzó próbát kiűtjük és eljuttatjuk az előkészítő helyiségbe. Ott a kúpos, vagy kúpos és hengeres tuskó alsó harmadrészét levágjuk és vizsgálatra a vágási felületet előkészítjük.

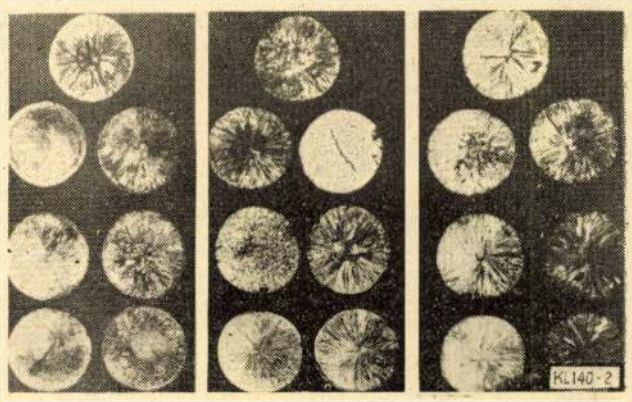
Beszámolónkban elsősorban az erősen ötvözött acélok próbavételével és előkészítésével kapcsolatos megfigyeléseinket ismertetjük. Vizsgálataink tárgyát az austenites mangán- és 18—8 krómnikkel saválló acélok, valamint a ledeburitos króm-szerszámacélok képezték. Ezeket ARL PCQ kvantométerrel, illetve Müller—Phillips röntgenfluoreszcens vákuumspektrográffal elemeztük.



1. ábra. Spektrométeres és röntgenfluoreszcens színképelemzés próbáinak öntésére használt kokillatípusok

Próbavételre az *1. ábrán* látható háromféle kokillatípust választottuk és ezeket vizsgáltuk meg abból a szempontból, hogy melyik a spektrométeres, illetve röntgenfluoreszcens színképelemzésre egyaránt alkalmas típus.

A három kokillatípus közül csak a *b* típus elégítette ki az általunk támasztott követelményeket. Ez ugyanis minden különösebb utólagos megmunkálás nélkül — még eltérő vágási magassággal is — mindkét vizsgálati eljáráshoz alkalmas próbát adott. Egyetlen hátránya az *a* típussal szemben a nagyobb repedésérzékenység, ami röntgenfluoreszcens színképelemzésre néha alkalmatlanná teszi a próbát. Ez a hiba 12%-os Mn-acélban a próbák 6—7%-án fordult elő. Ilyen durva zsugorodási repedés látható a *2. ábrán*. Az *a*



2. ábra. Zsugorodási repedés finomszemcsés Zr-mentes 12%-os Mn-acél próbában

típusú kokillával a repedés ritkább, csak 3—4%-ban fordul elő, viszont a benne készült próba a röntgenfluoreszcens színképelemzéshez utólagos megmunkálást kíván, ami a nem forgácsolható 12% Mn-os és ledeburitos acélokra lehetetlenné teszi a használatát. A próbatartón végzett bizonyos átalakításokkal reméljük, hogy az *a* típusú próbák utólagos esztergályozás nélkül alkalmasak lesznek röntgenfluoreszcens színkép-vizsgálatra.

A próbákat többnyire még meleg állapotban műanyagtárcsás gyorsdarabológéppel elvágjuk. A vágási felületet 40 és 80 finomságú köszörűkövön köszörüljük. A röntgenfluoreszcens színképvizsgálat próbáit köszörülés után 240-es finomságú papíron is meg kell csiszolni. A csiszolás szerepére a későbbiek során még vissza fogunk térni.

Az előkészített próbákat mindkét színképelemző berendezéssel megvizsgálva az adagok egy része jól egyező eredményt adott, a másik része azonban eltérést mutatott.

Az eltérés okait módszeres kutatással igyekeztünk kideríteni. Már az első tájékoztató vizsgálatok két hibaforrásra hívták fel a figyelmünket : *a)* a próbák makro- és mikro-inhomogenitása, *b)* a próba repedése.

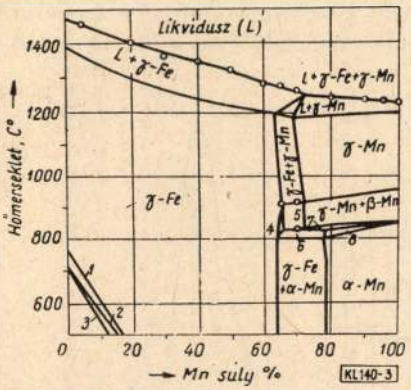
A próbák makro-inhomogenitása a színképelemző szakemberek között jól ismert jelenség. Elkerülése érdekében az olvadékot a kokillába való öntés előtt alumíniummal meg kell nyugtatni, így a dúsulást előidéző folyamatok a dermedés során elmaradnak és kovácsolás nélkül is homogén próbát kapunk.

A vizsgálataink tárgyát képező erősen ötvözött austenites, ledeburitos acélpróbákat alumí-

niummal ugyan megnyugtatták, azonban az eredmények szórását ez nem változtatta meg. Megjegyezzük, hogy a szórás elsősorban a kis felületet szikráztató kvantométeres vizsgálatokban jelentkezett, a röntgenfluoreszcens színkép-vizsgálattal nem mutatkozott.

A próbák gondos metallográfiai vizsgálata makro-inhomogenitást nem mutatott ki. Ezért részletesen megvizsgáltuk a próbák kristályon belüli dúsulásait.

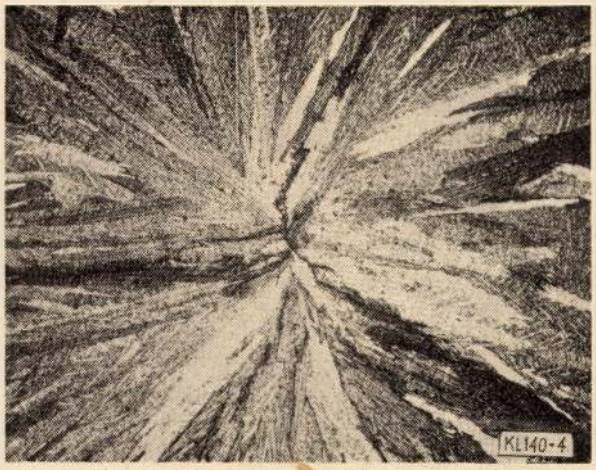
A Fe—Mn—C-rendszerben a kristályosodás nagy koncentrációkülönbséggel megy végbe. A dermedés végén az erősen eltérő összetételű maradék-olvadék a kristályhatárokon koncentráció-kiegyenlítődés nélkül dermed meg. Az 1,2% C és 12% Mn-tartalmú acél likvidusz és szolidusz görbéi kedvezőtlen lefutásúak, így az utoljára megdermedt maradék-olvadék Mn-tartalma a 40%-ot is felülmúlhatja *(3. ábra)*.



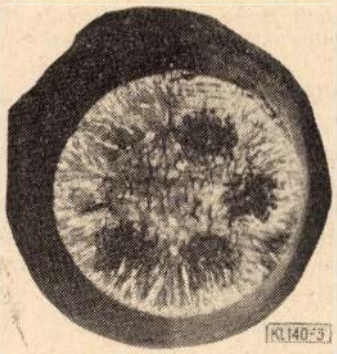
3. ábra. A Mn-Fe-C-rendszer 1% C-tartalmú metszete Vogel—Döring szerint [5]

A dúsulással járó folyamat kisebb-nagyobb mértékben minden acél dermedésekor végbemegy, azonban lehűlés közben diffúzió útján, illetve melegalakításkor (kovácsolás) a koncentrációkülönbség csökken. Ezért részesítik előnyben a kovácsolt próbákat az öntöttekkel szemben a színképelemzéskor. A kovácsolás nemcsak a kristályon belül végbement dúsulást, hanem a makrodúsulásokat is széttöredezi és többé-kevésbé kiegyenlíti.

Míg az ötvözetlen acélban a diffúziós koncentráció-kiegyenlítődés igen jelentékeny, addig a 12% Mn-tartalmú, vagy az austenites Cr—Ni acélokban ez jelentéktelenebb. Ezért ezek öntött állapotában mindig kell számolnunk kristályon belüli dúsulással. Finomszemcsés próba színképelemzésekor a szikra nyoma sok kristályt és kristályhatárt érint és ezáltal a kristályon belüli dúsulás különösebb szerepet nem játszik. Azonban az austenites mangán- és krómnikkel acélok még kis próbakokillába öntve is durvakristályosodásra hajlamosak, s ezek a *(4. ábra)* durva kristályok dendritesjellegűek. Vizsgálataink során 32 mm ∅-jű kokillába öntött próbák alsó felén, a középrészen 5—8 mm-es kristályokat is találtunk. Ilyen próbák vizsgálatakor megtörtént, hogy a szikra csak kisszámú *(5. ábra)*, rossz esetben mindössze csak egyetlen krisztallitot érintett. Ebben az esetben



4. ábra. 12%-os Mn-acél kvantométerpróbájának szövete. Kristályon belüli dendrites dúsulások, repedések. Nagyítás 4-szeres (eredeti 5-szörös)

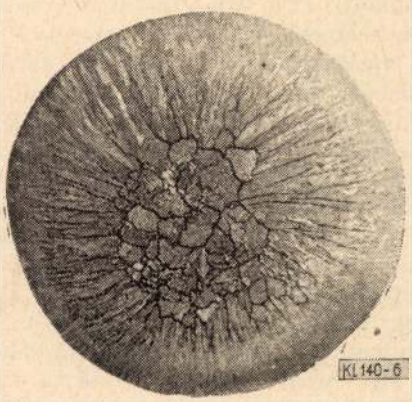


5. ábra. 12%-os Mn-acél kvantométer-próbái szikranyomokkal, repedésekkel, durva szövettel. Nagyítás 1,3-szeres (eredeti 1,5-szeres)

az egyes leszikrázás során kapott Mn-tartalomban nagy volt a szórás.

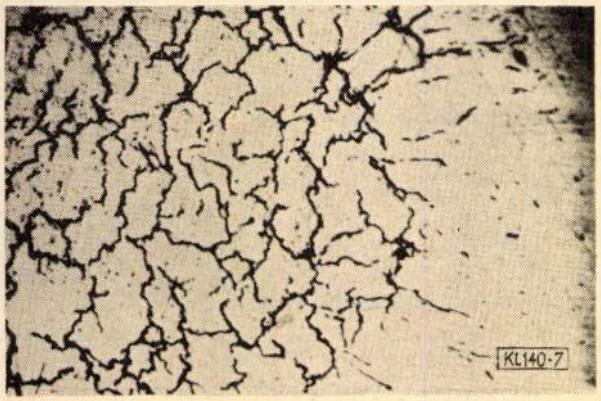
Az optikai színképelemzéssel szemben a $> 2{,}0$ cm² felületet vizsgáló röntgenfluoreszcens színkép-vizsgálat során szórás nem mutatkozott. A durvaszemcséjű próba azonban nagyfokú repedésérzékenysége folytán a röntgenszínkép vizsgálatban is nehézséget okoz.

Az austenites acéloknak rossz a hővezetőképességük és lineáris hőtágulási együtthatójuk a kristálytani iránytól függően erősen változik.



6. ábra. Az oszlopos és poligonális kristályok határán egyaránt megrepedt 12%-os Mn-acél próba. Nagyítás 2,5-szeres (eredeti 3-szoros)

Durva vagy irányított szemcsék között az eltérő hőtágulási együttható olyan nagy feszültséget okoz, hogy lehűléskor, daraboláskor a próba a kristályhatárok mentén megrepedezik, amint azt a *6.* és *7. ábrán* láthatjuk.



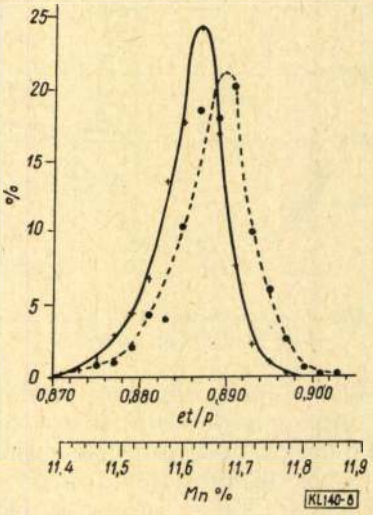
7. ábra. A poligonális kristályok határain megrepedt 12%-os Mn-acél próba felület polírozott állapotban. Nagyítás 4-szeres (eredeti 5-szörös)

A repedéseket többnyire elkeni a köszörülés, ezáltal a figyelmet elkerülik és az eredmények megbízhatatlanná válnak. Külön kísérletsorozatban megvizsgáltuk a repedések szerepét mind a kvantométeres, mind a röntgenfluoreszcens színképelemzésben. Az 5. ábrán látható minta hat párhuzamos kvantométeres vizsgálatának eredménye: Mn = 12,9, 14,7, 12,2, 12,5, 13,3 és 12,6%. Átlagban: Mn = 13,2%. A repedezett réteget lemunkálva a következő Mn-elemzést kaptuk: Mn = 13,0, 12,2, 13,0 és 12,8%. Átlagban 12,9% Mn. Ebben az esetben a repedések a gyorsdarabolás során képződtek és pozitív hibát okoztak. Ugyanezen kísérletet röntgenfluoreszcens színképelemzéssel is elvégeztük és a repedt mintában 12,5% Mn-t, míg a lemunkált, repedésmentes mintában 12,8% Mn-t mértünk. A negatív hiba itt megérthető, ugyanis *Guinier* [6] elméleti levezetéseiből ismeretes, hogy a felületi egyenlőtlenség negatív hibát okoz. A repedések egyenlőtlen eloszlása és szabálytalan geometriai alakja folytán hatásukat azonban nem lehet előre kiszámítani.

A repedések által okozott hiba, valamint a módszer pontosságának megállapítása végett egyazon próbavételből származó repedt és repedésmentes felületű, 12% Mn-t tartalmazó acélpróbán röntgenfluoreszcens színképelemzéssel 1000 párhuzamos vizsgálatot végeztünk és felvettük a szórási görbét. A vizsgálatot helytelenül megváltoztató köszörülési és csiszolási karcok zavaró hatásának kiküszöbölése céljából a minták felületét políroztuk. A vizsgálat során mind az ép, mind a repedt próba szórása Gauss-görbét adott, amint azt a *8. ábrán* láthatjuk. A repedt próba gyakorisági maximuma kb. 0,1% Mn-nal kisebb értéken volt, mint a repedésmentes.

A nagyszámú vizsgálatból, amelyek során a közel kéthónapos vizsgálati időszak alatt készülékbeállítási stb. hibák is előfordultak, a 12% Mn-tartalom meghatározási pontossága ±0,15%-nak adódott. Ezt az értéket összevetettük *Bruck* [10] és mások, főleg a statisztikus impulzushibát alapul vevő számításaival. A mérési körülményeket eleve úgy választottuk meg, hogy a statisztikus impulzushiba a számítás alapján ±0,125% Mn legyen. Ehhez természetesen még mindig hozzájárul a próba okozta bizonyos maradékhiba is. A nagyszámú mérés azt mutatta, hogy a tényleges hiba csak lényegtelenül múlta felül a számítások alapján kitűzött hibaszázalékot. Ez viszont a módszer és készülék megbízhatóságát bizonyítja.

Hasonló vizsgálatsorozatot végeztünk az ARL kvantométerrel is 12%-os Cr-acélon. A vizsgálat tárgyául olyan megfelelő kovácsolt mintát választottunk, mely előzőleg metallográfiailag aránylag homogénnek bizonyult. 63 regisztrálást végeztünk, melyek középértéke 27,4 kitérést adott. A 63 felvételből 6 haladta meg a 30-as kitérést és 2 esetben észleltünk 24-es kitérést. A nagy kitéréseket eredményező szikranyomokat mélymaratás után megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy ott több volt a krómkarbid-szemcse. A felületet újból előkészítve, igyekeztünk a szikranyomokat a megelőzővel azonos sorrendben elhelyezni, s ennek során egyenletesebb eredményeket kaptunk. Megvizsgáltuk a mélymaratott felületet is és azt tapasztaltuk, hogy a Cr-tartalom abszolút értékben mintegy 8%-kal emelkedett, mivel a maratás során a vas kioldódott a krómkarbid szemcse szomszédságából.

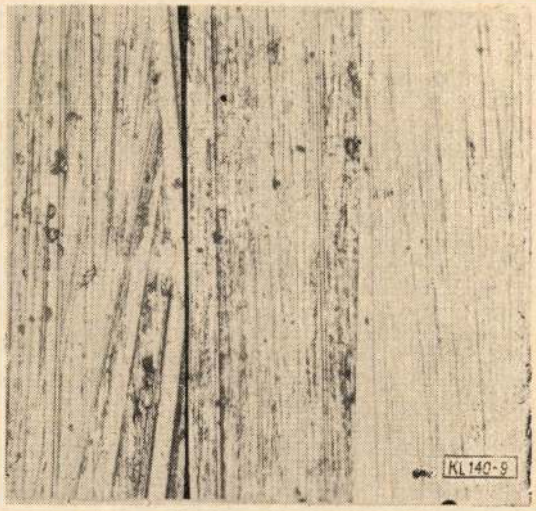


8. ábra. Repedt és repedésmentes 12%-os Mn-acél 1000 párhuzamos vizsgálatának szórási görbéi

Ez a kísérlet azt igazolja, hogy a spektrométeres elemzés sokkal érzékenyebb az előkészítésre és célszerű a vizsgálandó felületet többször egymás után előkészíteni. Újraköszörülés közben vigyáztunk arra, hogy a köszörülési karcok merőlegesen essenek az előzőre.

Ezt a kísérletet tovább kívánjuk folytatni annak eldöntésére, hogy a spektrométeres elemzésre az edzett, vagy a lágy anyagok felelnek-e meg jobban.

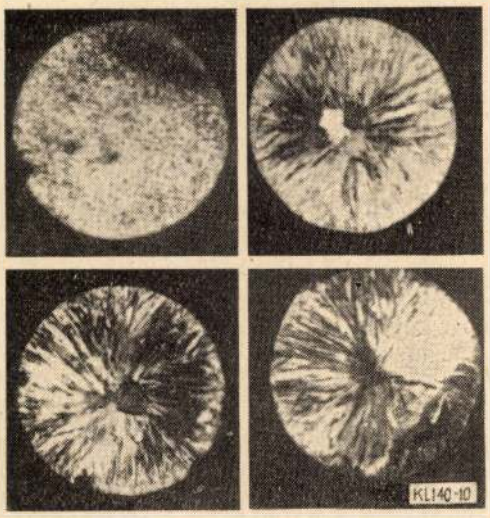
A repedéseken kívül megvizsgáltuk a csiszolási karcok hatását a röntgenfluoreszcens színképelemzés eredményeire. Az irodalom utalásai alapján a durva karcnak negatív hibát kell okozni [6], amit



9. ábra. 40-es és 80-as kövön köszörült, utána 180-as papíron csiszolt, majd 240-es papíron csiszolt 12%-os Mn-acél próba felülete. Nagyítás 80-szoros (eredeti 100-szoros)

kísérleteink is igazoltak. A *9. ábra* köszörült és 180-as, valamint 240-es papíron csiszolt próba felületét mutatja 80-szoros nagyításban. Az egyes felületekhez tartozó Mn-tartalmak: 12,1%, 12,35%, 12,5%. 320-as papíron csiszolva a Mn-eredmény már nem változott (12,5%). Ezért mi valamennyi röntgenfluoreszcens színképelemzésre kerülő próbát 240-es papíron az előző előkészítés karcnyomainak eltűnéséig csiszoljuk. Ez a kb. 3 perces munkatöbblet bőven megtérül az eredmények nagyobb pontossága és megbízhatósága révén. (A Cr, V, Ti meghatározása a durva felületen nagyon bizonytalan.)

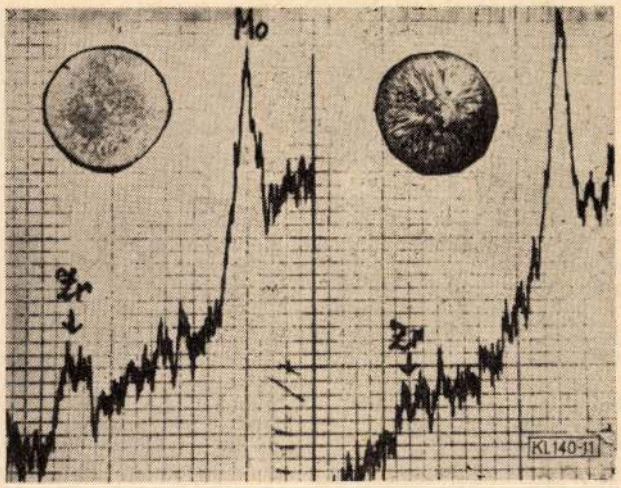
Az eddig bemutatott hibaforrások: a kristályon belüli dúsulás, durva szemcsézet, repedésérzékenység kiküszöbölésére a 12%-os Mn-acéllal kísérletsorozatot végeztünk az egyenletes finom szemcsézet biztosítására. Ezért az acélt kanálban alumíniumos megnyugtatás után ferrotitánnal, ferrocirkonnal és szilikokalciummal kezeltük. A szemcsefinomító anyagok kiválasztásában arra



10. ábra. A kemencéből egyidejűleg vett kezeletlen, ferrocirkonnal, ferrotitánnal és szilikokalciummal kezelt 12%-os Mn-acél próbák szemcsézete. Kicsinyítés 2,5 :1

törekedtünk, hogy már aránylag kis mennyiség hatásos legyen és ne zavarja a Mn-meghatározását. A kapott próbák szövetét a *10. ábra* mutatja. Egyenletes finomszemcséjű szövetet csak a ferrocirkonos kezelés adott. A finom szemcsézet hatása mindjárt megmutatkozott a sokkal kisebb repedésérzékenységben. Finom szemcsézetben ugyanis kicsiny a valószínűsége az egyirányú kristályorientációnak, s a lineáris hőtágulási együttható eltérésből származó feszültségek sokkal kisebbek. A finom kristályon belül a kisebb úthosszak következtében a diffúziós koncentráció-kiegyenlítődés erősebb, a kristály valamivel képlékenyebb lesz.

Ezek a kedvező változások végső soron odavezettek, hogy a kvantométeres mérések szórása, továbbá a kvantométer és a röntgenszínképelemző berendezés eredményei is jól megegyeztek. 20 db ferrocirkonnal kezelt próba vizsgálata azt bizonyította, hogy ezeknek csak mintegy 80%-ban sikerült elérni a finom szemcsézetet. A sikertelenség



11. ábra. Sikeres és sikertelen ferrocirkonos kezelésű próba szövete, illetve a próba Zr-vonalának röntgenszínképfelvétele

oka — amint ezt a végzett makroszerkezet és röntgenfluoreszcens színképvizsgálatok bizonyították — az elégtelen Zr-adagolásra vezethető vissza, amit a *11. ábra* szemléltet.

Összefoglalás

12%-os Mn-acélok kvantométeres elemzésekor az eredmények szórását a durvaszemcsés próba kristályon belüli dúsulásaira, valamint a repedésekre lehet visszavezetni.

A felületi repedések a kvantométerekkel pozitív, míg a röntgenfluoreszcens színképelemzéssel negatív hibát okoznak. Amíg a kvantométeres vizsgálat szempontjából a nyitott, vagy elkent repedések egyaránt károsak, addig a röntgenszínképelemzéskor az elkent repedések Mn, Ni és Cr meghatározásakor nem zavarják az eredményt. A repedések jelenléte egyértelműen indokolja a két automata színképelemző berendezés eredményei között esetenként mutatkozó eltéréseket.

A durva köszörülési, előcsiszolási karcok a röntgenszínkép vizsgálatban jelentős negatív hibát

okozhatnak. 240-esnél finomabb papírral való csiszolás már nem változtatja az eredményeket.

Az ép és repedéses próba röntgenszínképelemzési adatainak szórása Gauss-görbe szerint fut le.

A kristályon belüli dúsulás hatását, a durva szemcsék képződését 12%-os Mn-acélokban az olvadék ferrocirkonos kezelésével kb. 80%-os biztonsággal el lehet kerülni.

IRODALOM

[1] *Selly W. Mudd:* Basic Open-Hearth Steelmaking, New York 1952. 172. o.
[2] *Horváth Z.:* Általános Kohászattan. 1953.
[3] *Verő J.:* Vasipari ötvözetek metallográfiája. 1960.
[4] *Verő J.:* Általános Metallográfia I. 1956.
[5] *Sully, A. H.:* Manganese, Metallurgy of the Rare Metals No. 3. London 1955. 257. o.
[6] *Guinier, A.:* Revue Universelle des Mines 1961. (104) 142.
[7] *Neff, H.:* Revue Universelle des Mines 1961. (104). 165.
[8] *Berger, R.—Decemleneer, P.:* Revue Universelle des Mines 1961. (104) 207.
[9] *Lang, G.:* Zeitschrift für Instrumentalkunde 1962. (70) 628. o.
[10] *Bruch, J.:* Archiv für das Eisenhüttenwesen 1962. (33) 5.
[11] *de Laffolie, H.:* DEW Technische Berichte 1. (1961) 161.
[12] *de Lippa, M. Z.:* Some problems in the determination of manganese in steel. Journal of the Iron and Steel Institute, January 1960. 54—62.
[13] 1—12 Bericht: Erfahrungen mit direktregistrierenden Spektrographen im Eisenhüttenlaboratorium.
Pack, A., Zischka, B,. Hartlief, G., Kornfeld, H., Dickens, P., Bähr, S., Mathin, V., Lacomble, M., Charlet, L., Brandt, A., Berstermann, W., Manecke, H., Brakopf, W., Höller, P., Graue, G., Marotz, R., Wollweber, G., Fehle, R., Hildebrand, H., Diehl, W., Willmer, T. K., Liedtke, W., Bruch, J.] Archiv für das Eisenhüttenwesen, 30. 1959. 407/10, 458/88, 489/91, 493/96, 541/43, 545/48, 589/93, 595/98, 655/57, 659/60, 713/14, 715/21.

Egyesületi hírek

A műszeripari, híradás és elektrotechnikai fémfélgyártmányok ankétja

A Csepel Vas- és Fémművek vezérigazgatósága, a Fémmű igazgatósága és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület május 6-án és 7-én a Technika Házában ankétot rendezett a hazai műszeripari, a híradás- és elektrotechnikai fémfélgyártmányok helyzetéről. Az ankét résztvevői a félgyártmányok termelői, kutatói és a felhasználó iparágak szakemberei voltak; képviseltette magát az NDK és Jugoszlávia ipara is.

A Csepeli Fémmű erre az alkalomra a Technika Háza kupolacsarnokában kiállította az utóbbi években kifejlesztett termékeit, bemutatva azok legfontosabb felhasználási lehetőségeit is. A kiállítást 4-én *dr. Stefán Mihály*, a Fémmű Kísérleti Osztályának vezetője nyitotta meg és mutatta be a meghívottaknak, köztük a sajtó képviselőinek. Kifejtete a kohászati tudományoknak, köztük a fémfizikának alapvető szerepét az egyre újabb és egyre különlegesebb tulajdonságú fémek és ötvözetek előállításában és ezen keresztül a technika fejlődésében. Ezután ismertette a legújabb termékeket, ezek tulajdonságait.

Az előadássorozatot május 6-án *dr. Kotsis József*, a KGM miniszterhelyettese nyitotta meg. Emlékeztetett a VIII. pártkongresszusnak az ipari struktúra átalakítását, a technika színvonalának emelését, a nemzetközi élvonal elérését célzó határozataira, és ennek megfelelően a kis anyagigényű, magas fokú szellemi munkát kívánó iparcikkek gyártásának hazai jelentőségére. Méltatta a Csepeli Fémmű erre irányuló törekvéseit és eredményeit, továbbá a kísérleti üzem további fejlesztésének fontosságát. Felhívta a figyelmet a felhasználó vállalatokkal való szoros együttműködés és a gyártmányfejlesztési terv helyes kialakításának fontosságára, ezzel kapcsolatban arra is, hogy a félgyártmányok fejlesztési ütemének meg kell előznie a híradástechnika, a műszer- és villamosipar konstrukciós fejlesztésének ütemét. Kifejtette annak az újabb törekvésnek a célját, hogy egyes különleges híradástechnikai anyagoknak nemcsak félgyártása, hanem alkatrészgyártása is központosítva legyen.

Paár Béla főmérnök ismertette a Csepeli Fémmű jelenlegi gyártmányválasztékát, gyártmányfejlesztési célkitűzéseit és a különleges anyagok gyártására szolgáló olvasztó, megmunkáló és hőkezelő berendezéseit.

Tiborcz István, a KGM Híradástechnikai Igazgatósága Műszaki Főosztályának vezetője a felhasználó iparágaknak a finomkohászati félgyártmányokkal szemben támasztott alapvető követelményeit, a közeljövőben várható újabb igényeit vázolta.

Ezt követően *Balázs Fülöp* főmetallurgus (Színesfém rugósanyagok), *Katona Éva* kutatómérnök (Lágymágneses anyagok) és *Szilágyi Szilárd*, a KÖVAC kutatómérnöke (Keménymágneses anyagok) tartottak előadást, a kutatási területükbe tartozó fémekről, ötvözetekről.

Május 7-én az ankét a Csepeli Fémmű kutatómérnökeinek a Fémmű termékeiről, kísérleteik eredményeiről, terveikről szóló előadásokkal folytatódott: *dr. Tóth Lajos* (Nagytisztaságú fémek), *Kiss Tibor* (Ellenállásanyagok), *Garay László* (Különleges hőtágulású ötvözetek), *Horváth Csaba* (Vákuumtechnikai anyagok vizsgálati problémái).

Az előadásokat a felhasználó vállalatok szakembereinek igen alapos, részletes hozzászólásai követték. Elmondták észrevételeiket a meglevő gyártmányokkal és az előadásokban elhangzott tervekkel kapcsolatban. Újabb követelményekre, további minőségi és mennyiségi igényekre hívták fel a figyelmet.

A nagy érdeklődéssel kísért ankét *Tarján Ferenc*, a Csepel Vas- és Fémművek műszaki igazgatójának zárószavaival ért véget, aki méltatta az ankét jelentőségét, az előadások és hozzászólások magas színvonalát, és az alábbiakban foglalta össze azok tanulságait:

a választék tovább bővítendő és ezen belül meg kell teremteni annak lehetőségét, hogy Csepel a legkényesebb gyártmányaiból minősített alkatrészeket szállítson,

biztosítani kell a gyártmányok eddiginél is nagyobb homogenitását,

a világszínvonal elérése érdekében egyes gyártmányok felületi minőségét tovább kell javítani.

Végül *Tarján Ferenc* hangsúlyozta, hogy az ankétot az előadások és hozzászólások részletes elemzése és kiértékelése követi, azt pedig a gyártmányfejlesztési tervek szükségesnek mutatkozó mértékű helyesbítése, finomítása. Véleménye szerint az ankét eredményei hozzásegítik a Csepeli Fémművet ahhoz, hogy finomkohászati termékeivel a múlt évben elért sok milliós devizamegtakarítást tovább növelje.

Vissi Géza

Kis mennyiségű vanádium és króm fotometriás meghatározása alumíniumoxidipari termékekben

KLUG OTTÓ és METLENKO SÁNDOR
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 546.76.881 : 544—4 : 535.2

Az aluminiumoxidipari minőségellenőrzésben mind nagyobb teret hódítanak a gyors meghatározási módszerek, és ezek közül különösen figyelemre méltóak azok, amelyek az igen kis mennyiségben jelenlevő alkotók (szennyezők) mérésére szolgálnak. E szennyezők közé tartozik a vanádium és a króm is.

Korábbi közleményeinkben [1], [2] néhány térfogatos vanádium-meghatározási módszert ismertettünk. E meghatározások jodometriás, illetve azo-festékkel végzett titrálások voltak. *Fotometriás* meghatározásra azonban — elsősorban üzemi laboratóriumokban — a vanádium hidrogénperoxiddal képzett komplex-vegyületét használják [1], [3]. A módszernek hátránya, hogy sok fémion zavarja a meghatározást. Jobb és kényelmesebb eljárást javasoltak *Guszev* és munkatársai [4], továbbá *Ariel* és *Manka* [5]. Utóbbi szerzők a kismennyiségű króm és vanádium meghatározását o-dianizidin hidroklorid reagenssel végezték, amelynek oxidált formája rendkívül erős, vörös színű vegyület. Újabban *Sinha* és *Dey* közöltek módszert [6], mely a Na-alizarin-3-szulfonáttal alkotott vörös színű kelát-vegyület felhasználásán alapszik [7]. A módszer igen érzékeny (0,5 p. p. m.), azonban hátránya, hogy nagyon sok fémion zavarja, amelyeknek előzetes elválasztása nehézkes.

1. Készülék és reagensek

Kísérleteinkben egyszerű, üzemi laboratóriumokban is könnyen elvégezhető meghatározásokra törekedtünk, ezért méréseinket Pulfrich-fotométerrel végeztük.

Az irodalmi adatoknak megfelelően egyszerű és nagyérzékenységű módszernek az o-dianizidin-hidrokloridos mérés bizonyult. A felhasznált vegyszerek Merck p. a. gyártmányok voltak, az o-dianizidin-hidroklorid pedig p. a. minőségű Austranal készítmény volt.

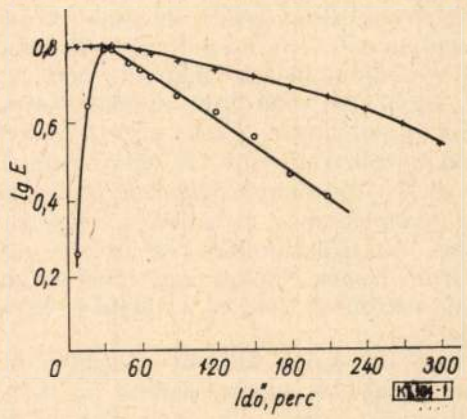
2. A reakció tanulmányozása

A benzidin és anizidin származékok oxidációs reakciójának mechanizmusát, valamint a Cr(VI) és V(V)-el való reakció lefutását többen tanulmányozták [8]—[10], és megállapították, hogy 2 p_H-ig, illetve a 4 p_H feletti tartományban az oxidációs reakció két elektronos, míg a 2—4 p_H között egyelektronos és mindkét esetben szemikinoidális szerkezetű vegyülethez vezet. Analitikai szempontból előnyös erősen savas közegben dolgozni, itt ugyanis a szemikinoidális vegyület állandóbb és a redox-reakció is reverzibilis.

Az o-dianizidin-hidroklorid, az oxidációs reakció eredményeképpen — mint fentebb említettük — a vanádiummal élénk vörös színű vegyületet ad, amely hosszú ideig színállandó. Mérés szempontjából a 440 nm-es hullámhossz az optimális, fotométerünkön azonban a mérést a 470 nm-es, S-47-es, kék szűrővel végeztük.

Vizsgálataink szerint a legnagyobb meghatározható koncentráció 20 cm-es küvettát használva 1,5 μg/ml, 5 cm-es küvettával 2,2 μg/ml volt. A legkisebb meghatározható mennyiség fotométerünkön (20 cm-es küvettával) 0,01 μg/ml. E határig a mérés aránylag pontosan elvégezhető. Természetesen a pontosságra befolyást gyakorol a leolvasási hiba és a grafikus kiértékelés, amelyek következtében a relatív hiba ±6—8% között ingadozott.

Ariel és *Manka* vizsgálatai szerint [5] a kénsav koncentráció befolyásolja a színerősség időbeni kialakulását, azonban csupán a 7 n H_2SO_4-ban végzett mérésekre közölnek adatokat. Méréseket végeztünk 2 p_H-n és $p_H < 1$-en is, vizsgálva a maximális színerősség eléréséhez szükséges időt. Amíg 2 p_H-n 25 perc volt szükséges ehhez, addig $p_H < 1$-en már csak 10 perc.



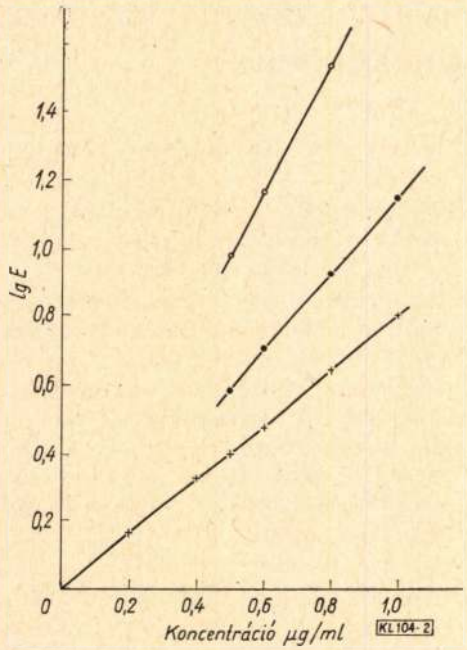
1. ábra. Az oxidált vegyület színállósága különböző p_H-értékeken az idő függvényében
+ = p_H <1, ○ = p_H = 2
A vanádium koncentráció mindkét esetben 1 μg/ml, 20 cm-es küvettát használva

Az *1. ábra* két görbéje szemlélteti, hogy az erősen savas tartományban a színerősség mintegy 40—45 percen át (a 10-től az 50. percig) állandó, kisebb p_H-n a színerősség csökkenése is gyorsabb.

Hasonló vizsgálatokat folytattunk a krómmal is, amely szintén vörös vegyületté oxidálja reagensünket. A fotométeres vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy a vanádiummal egyező pontossággal csak a 0,5—50 μg/ml koncentráción mérhetünk.

3. Zavaró ionok hatásai

A vanádium és króm külön meghatározása csak abban az esetben végezhető el, ha ezeket egymástól elválasztjuk; együttes jelenlétükben



2. ábra. A vanádium és króm tartalomtól származó színerősség összegződése. (20 cm-es küvettával mérve) + = tiszta V-oldat, △ = tiszta Cr-oldat, ○ = Cr + V-t tartalmazó oldat

az o-dianizidines oldat színerőssége összegződik *(2. ábra)*.

0,5 µg/ml mennyiségnél kevesebb króm jelenléte azonban a 0,1 µg/ml-nél nagyobb koncentrációjú vanádiumoldatok mérését nem zavarja.

A króm és vanádium elválasztására több módszer használható. Ezek között szerepel az *ioncserés* eljárás Amberlite IR 120-as műgyantával [5], a vas(III)-hidroxid *kollektorral*, lúgos közegben végzett krómlecsapás, továbbá a *kupferronos* elválasztás. Vizsgálatainkhoz ez utóbbi módszert használtuk. Ennek előnye, hogy ezzel a vanádium nemcsak a krómtól, hanem a vastól is egyszerűen elválasztható.

A vas(III)-ionok hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy kis mennyiségben (< 0,1 µg/ml) színváltoztató hatása elhanyagolhatóan kicsiny, e határérték felett azonban zavaróan hat. Ennek kiküszöbölésére foszforsavat adtunk az oldathoz, vagy a fentebb említett kupferronos módszert használva, a vasat és krómot csapadék alakjában könnyen elválasztottuk a vanádiumtól.

Az alumíniumoxidipari termékek titántartalma miatt megvizsgáltuk a *titán* reakcióját is

1. táblázat

Az Al és Ti zavaró hatásának vizsgálata V mellett (2 cm-es küvettával)

Oldat összetétel µg/ml			log E
V^{5+}	Ti^{4+}	Al^{3+}	
20	10	—	0,16
20	50	—	0,16
20	100	—	0,17
20	10	10	0,15
20	50	50	0,17
20	100	100	0,16
20	100	1000	0,17

o-dianizidin-hidrokloriddal. Azt tapasztaltuk, hogy a vanádium meghatározás körülményei között, amint az *1. táblázat* mutatja, oxidációs reakció nem jön létre, tehát a titán nem zavar.

Hasonló eredményekre vezetett az *alumínium* hatásának vizsgálata is *(1. táblázat)*

4. A vanádium, króm és a zavaró ionok elválasztása egymástól

A vanádium, illetve króm meghatározásához a már említett kupferronos, csapadékos elválasztást használtuk. Ezzel a V(V), Cr(VI) és Fe (III) ionokat tartalmazó oldatokból kupferron oldattal a Fe(III) és a V(V) ionokat lecsapjuk, a Cr pedig oldatban marad és közvetlenül meghatározható. A lecsapás előtt, különösen ha kevés vas és vanádium van az oldatban, néhány csepp Fe(III)-sóoldatot kell a rendszerhez adni, ugyanis a vassal képezett csapadék kollektorként működik és így távolítja el a vanádiumot. A csapadék továbbfeldolgozását azután NaOH + Na_2CO_3-os lúggal oldottuk, amikor a vanádium vanadátként oldatba ment, a vas pedig továbbra is csapadékban maradt. E módszerrel aránylag egyszerű és pontos elválasztás végezhető, amint az a *2. táblázatból* is látható.

2. táblázat

A V és Cr kupferronos elválasztásának vizsgálata

Oldat összetétel µg			Oldatban maradt* Cr µg	Csapadékból kioldott** V µg
V^{5+}	Cr^{6+}	Fe^{3+}		
1,0	1,0	10	0,98	0,990
10,0	1,0	10	0,98	9,970
0,1	1,0	10	0,99	0,098
1,0	0,1	10	0,10	0,980
1,0	5,0	10	4,98	1,000
1,0	10,0	10	10,00	0,980

* A meghatározást súlyszerinti módszerrel is (ezüstkromát formájában) minden esetben elvégeztük

** A meghatározást súlyszerinti módszerrel is (kupferonnal) minden esetben elvégeztük

Elkerülhető a második szűrés, a $Fe(OH)_3$ szűrése és ezáltal az oldás egyszerűbbé tehető azzal, hogy a Fe + V-t tartalmazó csapadékot $KHSO_4$-al feloldjuk és az oldatba került vasat fotometrálás előtt foszforsav adagolással maszkírozzuk. Ez utóbbi eljárás ugyanolyan jó eredményeket ad, mint az első.

5. Aluminiumoxid és aluminiumoxidipari termékek elemzése

Az alumíniumoxidok elemzésekor, minthogy egyéb vizsgálataink szerint (difenilkarbazonnal) a krómtartalmat 10^{-5}%-os mennyiségben sem tudtunk kimutatni, elválasztás nélkül, azért a vanádiumot közvetlenül határoztuk meg. Az elválasztás nyugodtan mellőzhető, mert az esetleges krómtartalom csak a hatodik tizedesjegyben jelentkezne, s legfeljebb néhány milliomodnyi százalék eltérést okozna, ami üzemi körülmények között elhanyagolható. Magát a meghatározást a következő előírás szerint végeztük :

2,5 g alumíniumoxidot Pt-tégelyben 5 g $KNaCO_3$ + + 3 g H_3BO_3 eleggyel jól elkeverve

feltártunk és a feltárás során 1000 C° hőmérsékleten 2 órán át izzítottuk. Az olvadékot lehűtve kb. 100 ml meleg deszt. vízzel kioldottuk a tégelyből, 50 ml 1 : 1 hígítású kénsavval az oldatot megsavanyítottuk, 250 ml-es mérőlombikba vittük és jelig töltöttük. Az így készült törzsoldatból 50, illetve 100 ml-t kipipettáztunk, 1—2 csepp cc H_2O_2-al oxidáltuk, az oldatot 15 percen át forraltuk, és lehűlés után 100 ml-es mérőlombikba vittük. Hozzáadtunk 2 ml o-dianizidin oldatot[1]. A reagens hozzáadásától számított 10 perc múlva 20 cm-es küvettában mértük az oldat extinkcióját.

Számos alumíniumoxidminta vizsgálatát végeztük el a fenti módszerrel. Néhány minta elemzési eredményét a *3. táblázatban* mutatjuk be.

3. táblázat

Iparitimföldminták V_2O_5-tartalmának meghatározása

Minta jele	V_2O_5 mg	Addicionált		Kapott	
		V_2O_5 mg 250 ml-re	V_2O_5 %	összes V_2O_5 mg	V_2O_5 %
Magyar					
Aluminiumoxidok:					
AP-1	0,0825	—	—	0,0825	0,0033
AP-2	0,0575	—	—	0,0575	0,0023
MT-3	0,1000	—	—	0,1000	0,0040
MT-5	0,0875	—	—	0,0875	0,0035
AT-1	0,0750	—	—	0,0750	0,0030
Kínai					
Aluminiumoxid :					
SH	0,0600	—	—	0,0600	0,0024
APa-2	0,0575	0,2500	0,0100	0,3065	0,0123
ATa-1	0,0750	0,1250	0,0050	0,2009	0,0080
MTa-3	0,1000	0,1250	0,0050	0,2256	0,0090

Ellenőrző módszerként, minthogy a hidrogénperoxidos mérés ilyen kis koncentrációkra már nem használható, az addiciós módszert választottuk. Ismert mennyiségű vanádium-só oldatot adtunk az oldathoz és mértük a megnövekedett V_2O_5-tartalmat. Az eredmények, amelyek a 3. táblázatban láthatók, a módszer használhatóságát igazolták.

Az alumíniumoxidipari termékek közül a bauxit és vörösiszap vizsgálatát végeztük el. Itt, mert mind a króm-, mind a vanádiumtartalom nagyobb az alumíniumoxidban előforduló mennyiségnél, a két szennyezőt elválasztottuk a már leírt kupferonos módszerrel. A meghatározást a következőképpen végeztük :

2,5 g bauxitot (v. vörösiszapot) 5 g NaOH + + 3 g Na_2O_2 eleggyel Ni-tégelyben feltártunk, majd forró vízzel az ömledéket feloldottuk és 1—2 ml H_2O_2-al elegyítettük. Az oldatot ezután 15—20 percig forraltuk és lehűlés után kékszalagos szűrőpapíron 250 ml-es mérőlombikba szűrtük és jelig töltöttük. A kapott törzsoldatból 10, illetve 20 ml-t pipettáztunk 100 ml-es mérőlombikba, majd óvatosan 20 ml cc H_2SO_4-t, továbbá 50 ml deszt. vizet adtunk hozzá. Lehűlés után 2 ml, a fentebb ismertetett módon készült, reagensoldatot is adtunk az elegyhez és jelig töltöttük. A reagens hozzáadás után 10 perccel 5 cm-es küvettában fotometráltunk.

A törzsoldat más részéből kupferronos lecsapással elválasztottuk a krómot, illetve vanádiumot, és ezeket külön-külön is meghatároztuk. Mérési eredményeinket a *4. táblázat* tartalmazza.

4. táblázat

Bauxit és vörösiszap elemzések
(5 cm-es küvettával)

Minta jele	Elválasztás után		V_2O_5 a hidrogénperoxidos módszerrel, %	Eltérés a két V_2O_5 meghatározás között rel. %
	Cr_2O_3 %	V_2O_5 %		
B-1	0,047	0,075	0,070	~+7
B-2	0,054	0,088	0,085	~+3
B-5	0,050	0,072	0,070	~+3
V-4	0,083	0,120	0,115	~+5
V-7	0,078	0,173	0,165	~+5

Párhuzamos méréseket végeztünk a hidrogénperoxidos vanádium meghatározási módszerrel is [1], [3]. A két mérés eredményei jó egyezést mutattak. Összehasonlításukhoz azonban megjegyezzük, hogy a hidrogénperoxidos módszerhez 75 ml törzsoldatot vettünk ki (azonos bemérésből kiindulva) ; ehhez adtunk 20 ml cc H_2SO_4 + 5 ml H_2O_2-t és 20 cm-es küvettában végezve a mérést csupán 0,2 — 0,4 közötti lg *E* értékeket kaptunk, az o-dianizidinos meghatározásban 10 ml törzsoldathoz (+20 ml cc H_2SO_4 + 2 ml o-dianizidin-HCl oldat) 5 cm-es küvettát használva nagyobb, 0,4 — 0,6 között ingadozó lg *E* értékeket kaptunk. Ez is bizonyítja, hogy módszerünk sokkal érzékenyebb az alumíniumoxidiparban korábban használt eljárásnál. Pontosság tekintetében is módszerünk előnyös, mert a korábbi eljárások mintegy 10%-os relatív hibáját sikerült 6—8 %-ra csökkenteni, még igen kis mennyiségű vanádium vizsgálatakor is.

Üzemi elemzésekben jelentős szerepet játszik még a mérések időszükséglete. E tekintetben az általunk használt módszer lényegileg ugyanolyan gyors, mint a korábban alkalmazott eljárások, kivéve, ha a króm és vanádium elválasztása szükséges. Ekkor azonban kevés többletmunkával és időbefektetéssel két szennyezőt lehet egyszerre meghatározni.

Alumíniumoxidipari termékek kis mennyiségű vanádium és króm tartalmának meghatározását végeztük el fotometriás módszerrel, o-dianizidin-hidroklorid reagens segítségével. Minthogy a reagenst mind a vanádium, mind a króm színes vegyületté oxidálja, ezeket kupferronos lecsapással elválasztottuk. A meghatározást titán és alumínium nem zavarja, a vas zavar, de ez a kupferronos elválasztás során csapadékba kerül, vagy pedig foszforsavval maszkírozható. Az általunk kidolgozott

[1] Az o-dianizidin reagensoldat készítése : *1* g o-dianizidin-hidrokloridot 2-3 ml cc ecetsavval jól elkeverünk és mérőlombikban deszt. vízzel 100 ml-re feltöltjük

módszer érzékeny: 0,01 μg/ml vanádium, illetve 0,5 μg/ml króm 6—8 rel.% pontossággal még meghatározható.

A munka során nyújtott segítségért *Posgay Györgyné* tud. munkatársnak e helyen is köszönetet mondunk.

IRODALOM

[1] *Metlenko S.* és *Klug O.*: Fémipari Kutató Intézet Közleményei, *6.* 327. (1962).
[2] *Klug O.* és *Metlenko S.*: Magy. Kém. Lapja, *18.* 293. (1963).
[3] *Zombory L.*: A timföld-alumíniumipar elemzési eljárásai. Budapest, 1955.
[4] *Guszev, Sz. I.—Bejlesz, R. G.—Szokolova, E. V.*: Zsurn. anal. himii, *6.* 43. (1951).
[5] *Ariel, M.—Manka, J.*: Anal. Chim. Acta, *25.* 248. (1961)
[6] *Sinha, S. N.—Dey, A. K.*: J. prakt. Chem., R. 4. *20.* 225. (1963).
[7] *Seth, R. L.—Dey. A. K.*: J. Indian Chem. Soc., *39.* 724. (1962).
[8] *Oldfield, L.—Bockris, J.*: J. Phys. and Colloid Chem., *55.* 1255. (1951).
[9] *Erdey, L.—Szabadváry, F.*: Acta Chim. Acad. Sci. Hung., *6.* 131. (1955).
[10] *Almássy G.—Kovács E.*: Acta Chim. Acad. Sci. Hung., *8.* 1. (1956).

A „Ritkafémek és nyomelemek metallurgiája" című kollokvium 1964. II. hó 20—21-én Freiberg*

A kutatóintézet 15 éves fennállása alkalmából a GDBH-val, a német testvér egyesületünkkel közösen az öreg bányavárosban, Freibergben kollokviumot rendezett, amely a szakemberek tapasztalatcseréjét és a ritkafémek, valamint a nyomelemek előállításának mai helyzetéről szóló tájékoztatást szolgálta.

A megnyitáskor dr. Ing. *Lange*, *Werner* a kutatóintézet igazgatója 108 megjelent szakembert üdvözölt, köztük 11 országból 31 külföldi vendéget. A kollokviumon a következő előadások hangzottak el.

Babinsky, M. (Ziar nad Hronom, Csehszlovákia): „Eljárás gallium kinyerésre aluminátlúgból" címmel tartott előadást. Eddig a galliumkinyerés a körfolyamatban levő lúgból kis töménysége miatt nehézségekbe ütközött. Újabban sikerült mind kihozatalban, mind módszerben kedvezőbb eredményt elérni. Az új eljárás a következő műveletekből áll: galliumban dúsított alumíniumoxidhidrát kicsapása, a hidrát oldása nátronlúgban, a gallium leválasztása elektrolízissel higanyelektródon, a gallium kioldása az amalgámból, majd elektrolízis szilárd elektródon.

Somosi I. és *Tóth Z.* (Ajka): „A higanyveszteség csökkentése gallium kinyerésekor". A nagy higanyveszteség abból származott, hogy kavarás közben a higany diszpergált és az elektrolízis során képződő sók az amalgámot bezárták. Több kísérletet végeztek, melynek eredményeként egy különleges cellában forgó katóda segélyével a higanytartalmat a kifolyó lúgból 2,4 g/l-ről 1,8 g/l-re csökkentették. De ez még nem volt kielégítő. Lényeges javulást akkor értek el, amikor az amalgámcellába egy segédkatódot építettek be.

Adamiczka, I. és *Pajakowa, I.* Gliwice (Lengyelország): „Indium kinyerés nyersanyagokból". Lengyelországban a cink-ólomérceket a New Jersey-berendezésben tűzi úton raffinálták. Az In az ólomdús desztillációs maradékba került. Ebből a 92—94% Pb-ot, 5—6% Zn-et és 0,001—0,02%-ot tartalmazó maradékból nyerték az In-ot. Újraolvasztás után marónátronnal eltávolították a Zn zömét, majd a salakhoz újabb marónátront és nátriumnitrátot adagoltak. A keletkező salakot lehúzták és a benne 0,1—0,3%-ra dúsult In-ot kénsavval kezelték. A zagyot megszűrték és cinkkel vagy alumíniummal cementálták. A cementált fémet marónátronnal megömlesztették.

Haake, G. (Freiberg): „Kísérletek indium kinyerésére kohóólomból". A kohóólom aránylag nagy As, Sb, Sn és egyéb szennyezőket tartalmaz, kétszeres klórozással az In a salakba vihető. A klórozás mértékére, és a finomítás határaira termodinamikai számításokat végeztek. A kohóólomban levő 0,13—0,15% In klórozással a salakban 10—15-szörösen dúsult. A kísérleti eredmények és a számítások jól egyeztek.

Müller, L. és *Löbel, J.* (Freiberg): „3-, 4- és 5-kilences tisztaságú tallium kinyerése a Mansfelder Kombinat közbenső termékeiből". Az ércek talliumtartalma igen kicsi, ezért az ércek dúsításakor a dúsulása is igen kicsi. A kohósítás során a Tl a szállóporban, a cementiszapban dúsul. A mansfeldi ércek feldolgozásakor a Tl maradékban található jodidos vegyület alakjában a Tl-ot két műveletben lúgozták ki. A fluor zömének eltávolításával (egy ammóniákos előkezelés után) kénsavas oldással és káliumpermanganátos oxidálással a jódot kinyerték. A második műveletben kivonták a Tl-ot, ezután klórozással kicsapták talliumklorid alakjában, vízzel oldották, majd cementálták. A cementiszapot világítógázzal megolvasztották, az így nyert Tl tisztasága 99,9%. A 4-, illetve 5-kilences tisztaságú fémet elektrolitos raffinálással nyerték.

Krysztofovics, K. és *Bonarek, E.* (Gliwice): „Spektráltisztaságú tallium előállítása félvezetők részére." Kétféle módszert használtak. Vizes oldatból készített talliumszulfátból a Tl-ot elektrolízissel kiválasztották, majd oxálsavval átömlesztve anódot öntöttek belőle. Ezután az elektrolízissel kapott 99,998% tisztaságú lemezkéket átömlesztve CO_2 atmoszférában 10 áthúzásos zónás olvasztással 99,999%-os tisztaságú fémet kaptak.

A második módszer szerint a Tl-ot a nyersanyagból 10%-os szódaoldattal kilúgozták, míg az összes nehézfém karbonát alakban maradt vissza. Konyhasóval talliumkloridot nyertek, amelynek vízes szuszpenziójából elektrolit cinklemezzel a fémtallium kinyerhető. Az így nyert fémiszapból anódot öntöttek és ezt kétszeres elektrolízissel tisztították. Az így nyert Tl a zónás olvasztásúnál olcsóbb.

Okonišnikov, A. M. (SZU): „Talliumcementálás cinkkel szulfátos oldatból," Kísérletek alapján leírta a hőmérséklet, a kavarási sebesség, a felület nagysága, a szabad sav töménysége, a cink és egyéb szennyezők hatását a szulfátos oldatokból a talliumcementálásra. A kísérleti módszer ismertetése után a kapott adatokat részletesen közölte. A cementálás sebessége a résztvevő ionok diffúziójától függ. Ha a Cu, Ni, Co stb. szennyező kevés, akkor a cementálás lefolyása zavartalan, de a cinkfogyasztás nő.

Matthes, F. (Leuna-Merseburg): „A ritka földfémek olvadék elektrolízises előállításának néhány kérdése." Néhány általános probléma ismertetése után a cérium, a neodinium, a prazeodinium és a lantán előállításának kísérleteit ismertette. A Ce előállítására a fluoridok látszanak eredményt hozónak, szemben a kloridokkal, mivel az előbbiek nem higroszkóposak. A Nd, Pr és a La előállítására viszont kloridjaikat használták.

Winsch, B. (Gliwice): „Cirkonium koncentrátumok feldolgozása cirkoniumporrá és cirkonium-

* A Forschungsinstitut für NE Metalle (Fémipari Kutatóintézet) Freiberg vezetősége kérte szerkesztőségünket, hogy adjunk hírt a kollokviumról, ennek jelen referátummal készségesen teszünk eleget.
A kollokvium anyaga az egyesület könyvtárában megtalálható

szivaccsá". Az irodalmi adatok alapján laboratóriumi és félüzemi kísérleteket végeztek, főként a rendelkezésre álló $ZrSiO_4$ koncentrátummal, a cirkoniumtetraklorid előállítására. A kloridból magnéziumporral fémporrá, illetve szivaccsá redukálták. A következő megállapításokhoz jutottak. A legkisebb klórozó hőfogyasztást a cirkoniumkarbid mutatja, 450 C°-on a kihozatal 71%. Karbonhordozókkal érhetők el a legkedvezőbb feltételek. Ha 900—950 C° a klórozás hőmérséklete, akkor a szemnagyság kisebb 0,09 mm-nél. A kihozatal a karbon minőségétől függően 85—95%. A nyersklorid 300—350 C°-os szublimációjakor a kihozatal 40—70%-os.

Knaul, W., Reuther, W. és *Maiwald, R.* (Freiberg) : „Örvényeltető eljárás nyomelemek előállítására". Az NDK-ban eddig fel nem használt nyersanyagforrás szolgált indítékul négy örvényeltető eljárás kifejlesztéséhez : *1.* cinkklinkerből rénium, *2.* ólomszulfátiszapból szelén, *3.* rézelektrolízis anódiszapjából szelén, *4.* cinkkohászat szállóporából indium kinyerés. Az első két eljárásban a Re-ot, illetve a Se-t elgőzölögtették. A *3.* eljárásban a Se-t oxidáló pörköléssel, míg a *4*-ben az In-ot szulfatizáló pörköléssel nyerték. A kísérleteket még nem zárták le.

Prof. Lange, A., és *John, M.* (Freiberg) : „Lehetőségek vanádium előállítására az NDK-ban". Először a vanádium jelentőségét ismertették az NDK-ban. Ezután részletesen kifejtették, hogy a mansfeldi rézpala feldolgozásakor nyert rezes kéneskőből és a rézsalakból gazdaságosan nem nyerhető ki. A rezes kéneskövet aknáskemencében átolvasztva, a hőmérséklet és az oxidáció megfelelő szabályozásával valószínűleg kedvező kihozatal érhető el. Az átolvasztott salakból a V kihozatal valószínűleg gazdaságtalan. Néhány félüzemi kísérlettel a kihozatalra ható tényezőket igyekeztek tisztázni. Végül az alumíniumoxid gyártás egy köztermékéből való kinyerés lehetőségét ismertették. Laboratóriumi kísérletek alapján egy új eljárás javaslatát írták le.

Schlott, G. és *Seliger, H.* (Bitterfeld) : „Alakítható vanádium előállítása". Vanádiumpentoxidból kalciumos redukálással alakítható fémet tudtak előállítani. Mansfeldi oxidból nyert vanádium-regulusz összetétele a következő volt : 0,15—0,2% Fe, 0,15—0,2 Si, Ca nyomokban, 0,04—0,07% C, 0,03% $O_2 + N_2 + H_2$. A kalciumtermikus eljárással a nagy hőmérséklete n olvadó fémek (V-on kívül a Nb, Ta, Zr, Mo, W) tömör kg-os mennyiségben nyerhetők. Az eljárás hátránya a tiszta Ca drágasága. A Bitterfeldben előállított vanádium-reguluszokat a drezdai Manfred von Ardenne-Weisser Hirsch kutatóintézetben jó eredménnyel átolvasztották, a nyert termék jól feldolgozható.

Ziegelbalg, S. (Freiberg) : „Nióbium és tantál előállítása". Laboratóriumi és félüzemi kísérleteiket ismertették. Nióbium-koncentrátumot kálilúggal és oxidálószerrel nyomás alatt tártak fel. Ferro-nióbium-tantált 500 C°-on klóroztak, miáltal a kondenzáláskor megfelelő előtisztított elkülönült frakciókat nyertek. A hidrolízissel nyert oxidhidrát keveréket fluorsavval és kénsavval kezelve, oxidhidrát folyadék-folyadék extraktummá vált szét. A nyert tiszta fémpentoxidokat tömény folysavval és káliumfluoriddal fluoriddá alakították át, majd a pentoxidokból klórozással karbon hozzáadásával pentakloridokat kaptak. Ezeket termikusan magnéziummal fémporrá redukálták. A kapott eredmények alapján rövidesen nagyobb méretű kísérleteket fognak végezni. Az eljárásokat a következő három előadásban részletesen taglalták.

Scheffler, E. (Freiberg) : „Nióbium és tantál szétválasztása folyadék-folyadék extrakcióval". Az extrakcióhoz folysavas oldással ketonokat (főként metilizobutilketon), ezenkívül sósavat, fluorsav-salétromsav és fluorsav-kénsav keveréket használtak. Ezek közül a fluorsav-kénsavas többlépcsős, folyamatosan végzett extrakció adott kedvező szétválasztási eredményt. Ezt nagylaboratóriumi folytonos kísérlet is igazolta.

Scholze, G. és *Ziegenbalg, S.* (Freiberg) : „Nióbium és tantál előállítása olvadék elektrolízissel". A kísérleteket oxigénmentes K_2NbF_7 és K_2TaFF_7 fémhordozókkal végezték. Védő atmoszférában dolgoztak. A különféle jellemzőket — mint az elektrolit összetételt, a fürdőhőmérsékletet, az áramkihasználást, az áramsűrűséget — meghatározták. Anódeffektust nem észleltek.

Thiel, W. és *Ziegenbalg, S.* (Freiberg) : „Nióbium és tantál előállítása magnézium-termikus eljárással". Rövid irodalmi áttekintés után a $NbCl_5$-nek és a $TaCl_5$-nek tűzi úton való redukálását ismertették. A redukciót 500—700 C° között vákuumban végezték. Ugyanebben a készülékben a $MgCl_2$-t is leválasztják desztillálással. A fémszivacs minőségét is közölték.

Chen-Nien Yi és *Tang Wei-Cheng* (Sanghaj) : „A folyékony anoincserélők szelektivitása és a rénium kivonása". Az egyértékű anionok szelektivitása sorrendben a következő J-, ClO_4, NO_3-, Br-, Cl-, H_2SO_4-. Ismertették a szelektivitás és az ionsugár összefüggését. A rénium ($HReO_4$) extrakciójához (0,24 g/l Re, 0,12 g/l Mo, 1,1 g/l H_2SO_4) folyadékkal dolgozó anioncserélőt használtak. Mind az extrakció, mind a Re-nak a Mo-tól való elválasztása kielégítő volt. A magnéziumszulfát hatékony sókiválasztó a ReO_4- hez.

Adamski, T. (Varsó) : „Az urán előállítás néhány új problémája". Az urániumércek (kb. 0,1—0,2% U) az urániumot diszpergáltan tartalmazzák s emiatt az ismert mechanikus dúsító eljárások reájuk hatástalanok. Az elterjedt vegyi eljárások előnyeit és hátrányait ismertette, hogy az eljárások műszaki és gazdasági problémáit közelebbről megvizsgálhassa. Az összefüggések közül különösen kiemelte, hogy a hagyományos őrlőmalmok igen drágák, mivel energiafogyasztásuknak csak 0,1%-át értékesítik. Az uránium-érc klórozásos feltárása gazdaságosnak igérkezik. Az eljárás kémiai alapfeltételeinek felülvizsgálata után a kísérleteket meg fogják indítani.

A kollokvium befejező előadását *Radil, V.* és *Vetejska, K.* (Prága) tartották : „A dioktilfoszfor- és dioktilpirofoszforsav használhatóságának vizsgálata urán kivonására". Az extrakció hatásossága az említett két sav oktil-láncának szétágazásától függ. A lánc szétágazása az alkilfoszforsav szelektivitására negatív hatást fejt ki. Az oxigénatom közelében a láncnak nagyobb szétágazása a használt oldószerben növeli a chelat-komplexnek oldódását uránium-mal. Ez különösen észrevehető a di-(2-etilhexil)-pirofoszforsavra.

Az ülés résztvevői megtekintették a kutatóintézetet és a 15 éves évfordulóra rendezett kiállítást, amely több fontos munkaterületet szemléltetett. A kollokvium sikeres befejezéseként a résztvevők egy záró banketten találkoztak.

Löbel Josef

Helytelen — **Helyes**

Csak vízszintes vonalakkal ábrázoltuk a minták kísérleti *értékeit*. — Csak vízszintes vonalakkal ábrázoltuk a mintáknak a kísérletből kapott **adatait** (Itt is a kísérletek során kapott adatok ábrázolásáról, van szó, nem pedig a minták értékeléséről.)

A berendezés jó működése *függvénye* a munka szervezettségének, a szakszemélyzetnek, a műszaki segédeszközöknek. — A berendezés jó működése a munka szervezettségétől, a szakszemélyzettől a műszaki segédeszközöktől **függ.**

Ilyen vizsgálat pl. az *úgynevezett* átmeneti hőmérséklet megállapítása. — Ilyen vizsgálat pl. az átmeneti hőmérséklet megállapítása. (Az úgynevezett felesleges töltő szó.)

Ezek nagy száma azt bizonyítja, hogy nem *rendelkezünk* olyan eljárással, mely egyértelmű felvilágosítást adna. — Ezek nagy száma azt bizonyítja, hogy **nincsen** olyen eljárásunk, mely egyértelmű felvilágosítást ad.

Ez a *lehetőség*, amely a salak és az acélfürdő *közötti újbóli* oxigéncsere *lehetőségét* minimálisra csökkenti. — Ez a lehetőség a salak és az acélfürdő **között az újból** végbemenő oxigéncserét a legkisebbre csökkenti. (A lehetőség nem a lehetőséget csökkenti, hanem magát az oxigéncserét.)

Krupkowski professzor köszöntése

Március 27-én múlt 70 esztendős *Krupkowski, A* a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia tanszékvezető professzora, a Lengyel Tudományos Akadémia alelnöke, a LTA krakkói csoportjának vezetője és a LTA Elméleti Kohászati- és Fémtechnológiai Intézetének igazgatója.

Krupkowski professzor 1930-tól 1937-ig a Varsói Műszaki Egyetemen, 1937-től napjainkig pedig Krakkóban tanszékvezető. Közben — az 1939-es német megszállás után — a saćsenhauseni koncentrációs táborba hurcolták, ahonnan csak 1945-ben szabadult.

A Krakkói Akadémián *Krupkowski* professzor tanszéke oktatja a lengyel kohómérnökhallgatókat nemcsak az Elméleti Kohászattan és Fémkohászattan c. tárgyakra, hanem a Fémek technológiájára és a Kohászati elemzésekre is. Mindig nagy gondot fordított arra, hogy az oktatás magas színvonalon folyjék. *Krupkowski* professzor keze alatt a lengyel kohómérnökhallgatók nemzedékei váltak jó felkészültségű szakemberekké.

Az igen alapos oktatói munka mellett igen eredményes és nemzetközileg is elismert és nagyra értékelt széleskörű tudományos tevékenységet fejt ki mind tanszékén, mind az irányítása alatt álló akadémiai intézetben. Eddigi pályafutása alatt tudományos értékű könyve és közel 200 cikke jelent meg nemcsak hazájában, hanem Európa-szerte. Ugyanez elmondható róla, mint előadóról is; rendkívül gyakran szerepel előadóként nemzetközi tudományos kongresszusokon.

Hazájában tudományos működése úttörő jellegű, s alapvető: az ő munkássága vetette meg az alapját a lengyelországi elméleti kohászati oktatásnak. Ezen túlmenően e tudományág nemzetközileg is egyik legnagyobbra tartott ma is élő művelője.

A Lengyel Tudományos Akadémia 1937-ben levelező tagjává, 1950-ben pedig rendes tagjává választotta. Háromszor kapta meg Lengyelország nemzeti díját, s oktatói és tudományos munkásságát még számos más kitüntetéssel is elismerték. 1961-ben a Freibergi Bányászati és Kohászati Akadémia tiszteletbeli doktorává avatta.

Krupkowski professzor több ízben járt Magyarországon is. Két éve egyetemünk tudományos ülésszakán is részt vett, s nagysikerű előadást is tartott. Itt tartózkodása alkalmával is igen kedves, szerény embernek ismerhettük meg, s a vele eltöltött órákra mindig szívesen emlékezhetünk vissza.

Most, hetvenedik születésnapja alkalmából a Kohómérnöki Kar és az Egyetem, valamint a Kohászati Lapok nevében azt kívánjuk *Krupkowski* professzornak, hogy még hosszú ideig erőben és jó egészségben éljen, s töretlen munkakedvvel nevelje tovább a lengyel fiatalságot jó szakemberekké, s a tudományos kutatásban minél előrébb haladva segíthesse hazáját a szocializmus építésében. *F. O.*

Egyetemi hírek

Dr. Verő József akadémikus, egyetemi tanár, a Freibergben április 27—30 között „Nitrogén az acélban" címmel megrendezett tudományos ülésszakon előadást tartott. Az ülésszakon, a Nehézipari Műszaki Egyetem képviseletében részt vett *Dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, rektorhelyettes,

*

Dr. Kiss Ervin egyetemi docens, a Komplex Külkereskedelmi Vállalat kérésére április 17.—május 5. között a korszerű csőgyártó berendezésekkel kapcsolatos műszaki tárgyalásokon a Német Szövetségi Köztársaságban és Svájcban tartózkodott.

*

A Kohómérnöki karon május 6-án műszaki doktori szigorlatot tartottak. *Mòcsy Árpád* okl. kohómérnök az „Egyszerű és bonyolult alakú szürkevas öntvények lehűtési viszonyainak vizsgálata", *Remport Zoltán* okl. kohómérnök a „Melegen hengerelt acéllemezek mechanikai anizotrópiája", *Wéber József* okl. kohómérnök pedig a „Parkes eljárás vizsgálata" c. doktori értekezések alapján műszaki doktori szigorlatot tettek.

Az Általános és Fizikai-Kémiai Tanszékről *Szita Lajos* tanársegéd egyhónapos szakmai gyakorlat keretében az almásfüzitői Timföldgyárban a timföldgyártást, különösen a feltárást és kikeverést tanulmányozta.

*

A diplomázó kohómérnökhallgatók április 28-án szalagavató szakestélyt tartottak.

Farkas Ottó

Helytelen — **helyes**

A mai írott nyelvben, de főképp a szaknyelvekben mind gyakrabban olvashatunk ilyen mondatokat: A meleg víz a tartályba *beszerelt*. A váz az épülettel *egybeépített*. Az épület alaposan *aládúcolt*. Ha első hallásra nem is tudjuk eldönteni, helytelenek-e az ilyen mondatok, azt mindenképpen megállapítjuk, hogy szokatlanok és furcsák, a magyarul helyesen beszélő nem így mondaná. Vajon mi a furcsa bennük? Az, hogy ezekben a mondatokban az állítmány melléknévi igenév (beszerelt, egybeépített, aládúcolt). Márpedig a magyar nyelv nem szereti az igeneveket állítmányként használni. Csak olyankor használunk igenevet állítmányként, ha az igenév már melléknévvé vált, azaz jelentése eltávolodott az igétől. Ilyen melléknevesült igenevek: fejlett, fűtött, hengerelt stb. Ezeknek a használata állítmányként nem bántja nyelvérzékünket, pl.: Hazánk ipara elég fejlett. Ez az acél hengerelt. Az igeneveknek állítmányként való használata az idegen nyelvekben sokkal gyakoribb, mint a magyarban, és ezért ma leginkább a szaknyelvekben fordul elő éppen az idegen nyelvből való fordítás hatására. Pedig egyszerűen elkerülhetjük ezt az idegenszerű állítmányi használatot, ha körülírással élünk: **be van szerelve, egybe van építve, alá van dúcolva.** Itt azonban egy nyelvhelyességi babonát kell eloszlatni. Régebben túlzottan hibáztatták, sőt üldözték a -va, -ve végű határozói igenévnek és a létigének állítmányi használatát (fűtve van, ki van hengerelve), s ezt németességnek tartották. Talán mai szakíróink is éppen az ettől való félelem miatt használják inkább a melléknévi igenevet állítmányként. A -va, -ve végű igenév és létige körülírásos szerkezet használata nem mindig németesség, sőt nagyon is helyes és magyaros, amikor állapotot fejez ki: A fal be van meszelve. A kemenceajtók nyitva vannak.

A Kohászati Lapokban elég ritkán bukkanunk az itt tárgyalt magyartalan szerkezetre. De azért nem árt írni róla. Az ördög nem alszik. *P. B. J.*

*

Az üzemi körülmények figyelembevételével módunk van a különféleképpen *reagáló* acélfajták közül való választásra.) — Az üzemi körülmények figyelembevételével módunkban áll a különféleképpen **viselkedő** acélfajták közül választani.

Műszaki és gazdasági hírek

Anglia *alumíniumfogyasztása* 1962-ben 1000 t-ban és %-ban

Felhasználási cél	1000 t	%
Közlekedés		
országúti forgalom	68,1	21,7
egyéb	28,5	9,1
Gépipar		
általános gépgyártás	20,1	6,4
egyéb	3,5	1,1
Villamosipar	34,5	11,0
Építőipar	27,8	8,9
Vegyipar, élelmiszeripar, mezőgazdaság	5,6	1,8
Csomagolás		
fólia	15,4	4,9
egyéb	9,0	2,9
Háztartási cikk, készülék		
edény	8,8	2,8
egyéb	27,9	8,9
Fémporgyártás	5,2	1,7
Vas- és acélipar	13,0	4,2
Vegyes megjelöletlen ipar	11,6	3,7
Egyéb	34,1	10,9
Export	61,3	—

Aluminium 1961. 1. sz.

*

Görögországban Larymnában 1964. év közepén a Larco S. A. által a Levickel cég által segített *nikkelkohó* építése befejeződik s üzembe kerül.
Metall 1964. 2. sz.

*

Jugoszláviában a Basanka Krupa-i, a jacei, a vlasenicai (Bosznia) a mostari, (Hercegovina) a niksici (Montenegro) és rovinji *bauxitbányákat* egy vállalatba vonták össze.
Metall 1964. 2. sz.

*

Jugoszláviában a bolgár határhoz közel levő **Kalna** vidékén *uránszurokérc* bányát nyitottak. Az ércre támaszkodva atomerőművet kívánnak építeni, mely 1970-ben kezdi meg üzemét.
Metall 1964. 2. sz.

*

Svédországban Kubinborgban levő *alumíniumkohó* az A/B Svenska Alumínium Kompaniet cég bejelentése szerint a termelését 1964-ben meg fogja kétszerezni. Eddigi évi termelése 14 600 t volt.
Metall 1964. 2. sz.

*

Az **NDK-ban Eisenhüttenstadtban** 1963-ban egy új acélművet kezdtek építeni. Az acélmű finomlemezhez, transzformátor lemezhez és hegesztett csőhöz fog három oxigénes konverterrel acélt termelni. A mű fokozatosan 1972-ig épül fel.
St. u. E. 1962. 5. sz.

*

Olaszországban Nápolyban a Bagnoli művekben, mely az Italsider Konzern tulajdonát képezi, három *LD-konverterből* álló *acélmű* épül. Az üzem 1964 közepén kezd termelni. Az évi kapacitása végső kiépítésben évi 2 millió t lesz.
St. u. E. 1964. 5. sz.

*

Jugoszláviában a **Valjaonica Bakra Sevojnoban** levő gyárat tovább építik. A Schloemann cég szállít egy 2500 t-s *fémrúd* és *csősajtolót* és egy négyhengeres irányváltó hideg hengersort fémlemezek és szalagok hengerléséhez.
St. u. E. 1964. 5. sz.

*

Indiában Durjapurban a *nagyolvasztóművet* tovább építik. Egy negyedik olvasztót állítanak fel, melyet a Head Wringtson and Co angol cég tervez és szállít. A nagyolvasztó teljesítménye napi 1500 t lesz.
St. u. E. 1964. 5. sz.

*

Japánban a Yawata-cég a *nagyolvasztóit nehézolaj befúvásra* állítja át. A nagyolvasztók Ø-je 9,8 m és napi teljesítményük 2000 t acélnyersvas. Az olaj szállításához 2 db 8000 t-s tankhajót építenek, amelyből szivattyúval csővezetéken továbbítják az olajat a nagyolvasztó tartályaiból. A befúvott olaj mennyiségét 50 kg/t nyersvasra tervezik. A kokszfogyasztás az eddigi üzemvitellel 555 kg/t-ról 480 kg/t-ra csökkent.
St. u. E. 1964. 5. sz.

*

Egyiptomban a heluani acélműben a Klöckner Művek által szállított *finomhengersort üzembe helyezték*. Heluanban eddig csak durva szelvényeket hengereltek. A finomsoron évi 80 000 t 6—28 mm Ø-jű köracélt, laposacélt, 25—80 mm L-acélt, 25—60 mm-es T, 30—60 mm-es U acélt kívánnak gyártani.
St. u. E. 1964. 5. sz.

*

India 1964. I. n. évében 170 000 tonna *vasércet* szállít Romániának.
Metall Bulletin, 1964. I. 14.

*

India *színesfémfogyasztása* ma már egészen tekintélyes. Aluminiumból 53 900 t, rézből 75 000 t, ólomból 35 000 t, cinkből 80 500 t és ónból 4800 t a fogyasztása.
Metall Bulletin, 1964. I. 17.

*

A Kaiser-csoport Görögországban az Acheros folyón vízierőműhöz gátat épít, amely majd energiával látja el az Alumínium de Grèce-t. (Ebben a vállalatban Pechiney és a Reynolds művek érdekeltek.) Kaiserék tárgyalást folytattak a görög kormánnyal egy alumínium félkészáru üzem létesítésére, amely a distomoni kohó termelését fogja feldolgozni.
Metall Bulletin, 1964. I. 28.

*

Japánban a Nippon könnyűfém, Showa Denko és Sumitomo Vegyiművek a múlt évben 1200 tonna bauxitot importáltak különféle forrásokból, Indonéziából, Sarawakból, Malayziából, Ausztráliából és Indiából.

Az ömlesztett áruk rakodására alkalmas berendezéseket kell előbb beszerezniök, mielőtt az erőteljesebb felhasználás megkezdődik, azonban az iparnak 2 15 000 t-s hajót azonnal üzembe kell állítani.
Metall Bulletin 1964. I. 10.

*

Az új megállapodás értelmében **Olaszország** Lengyelországból 200 t *króm-fémet*, 50 t *ferro-wolframot*, 1000 t *melegen hengerelt lemezt*, 10 000 t *szalagtekercset* és 10 000 t *galvanizált lemezt* importált. Lengyelország cserébe higanyt, fémszilikont, magnéziumötvözeteket, cink koncentrátumot és alumínium félkészárut importál.
Metall Bulletin, 1964. II. 25.

*

Az **NDK**-ban a lautai *alumíniumkohó* első szakaszának bővítése befejezéshez közeledik. A gyár kapacitása 64 kemencével 12 000 t/év lesz.
Light Metals, 1964. II.

*

A **magyar Nehézipari Minisztérium** új *alumíniumipari székház* felépítését határozta el Budapesten, a Duna partján, szemben a Margit-szigettel. A bauxitbányászat, timföld és alumíniumtermékek felettes szervei központosan itt fognak elhelyezést nyerni. Ebben az évben kezdik el Kecskeméten az első magyar alumíniumpigment üzem építését. Kapacitását 250 t/évre tervezte az ALUTERV, a magyar alumíniumtervező Központ, a legmodernebb golyósmalom berendezésekkel és atomatikus ellenőrzéssel.
Light Metals, 1964. II.

Horváth E.

*

A **Szovjetunióban** az 1952—1961. közötti években a *rézbányászat* 85%-os emelkedésével számolnak, 544 000 tonna ércből 325 000 tonna rekordtermelést várnak.

A jelenleg folyó 7 éves tervidőszak a termékek 90%-os növelését tűzte ki célul.

Az 1961. évi fogyasztást 649 000 t-ra tervezték. Elhatározták, hogy a rézszükségletet — ahol csak lehet-

séges — más anyaggal pótolják. Jelenleg a Szovjetunió rézszükségletének egyharmadát hulladékfémből fedezik. *H. E.*

Metal Bulletin 1964. febr. 4.

*

A *lengyel* kormány 1964. és 1965. évekre t-ban az alanti **termelést** tervezi :

	1964.	1965.
Alumínium	47 500	75 000
Cink	190 000	230 000
Elektrolitréz	35 000	23 000
Ólom	42 500	52 500
Kadminium	500	700

H. E.

Metall Bulletin 1964. III. 3.

*

Belgiumban 1963 novemberében **Liege** melletti **Chertalban** egy új gyárat helyeztek üzembe. Az *új kohászati gyár* acélműből és hengerműből áll, mely 35 t-ig terjedő brammákat dolgoz fel. A brammákat egy 2600 × 1220 mm Ø-jű vízszintes hengerű brammasoron hengerlik. A kihengerelt brammák egy széles szalagsorra jutnak. A széles szalagsor univerzális kvartó előnyújtóból és 6 kvartó készállványból áll. A készhengerek mérete 750/1500 × 2250 mm. A hengersoron 2050 széles és 1,5 mm vastag szalagokat hengerelnek. A készállványból a kifutás sebessége 16 m/s.

St. u. E. 1964. 6. sz.

*

A Schloemann cég a **belgiumi** Allegheny Londgoz S. A. cégnek **Genkben** levő gyárába egy *MKW-rendszerű reverzáló hideg szalagsort* szállított. A szalagok szélessége 1320 mm. vastagságuk pedig 7,6 mm és 0,25 mm között van. A szalagsoron kizárólag nemesacélt hengerelnek.

St. u. E. 1964. 6. sz.

*

A francia Société Sidexport cég **Romániába, Galatcba** angol tervező mérnökök közreműködésével egy *lemezsort* szállít, melyen 3 m széles lemezeket fognak hengerelni. A hengerlés 25 t-s tuskóból indul. Évi 5—600 000 t lesz a termelés, amely a második lépcsőben 1 millió t-ra növelhető. A sor a világ legtermelékenyebb lemezsorai közé fog tartozni.

St. u. E. 1964. 6. sz.

*

Franciaországban a Société Sidexport a *folyamatos öntőmű* csoporttal (Schneider—Delattre—Levivier) Groupement pour la Contée Continné néven vállalatot alapított. Ennek a vállalatnak feladata a szovjet Licensintorggal összeköttetésben elsősorban az európai államokban szovjet eljárás szerinti folyamatos öntőműveket tervezni és gyártani.

St. u. E. 1964. 6. sz.

*

Az **NSZK** *alumínium* termelése az 1962. és 63. években t-ban :

	1962.	1963.
Kohóalumínium	177 825	208 702
Raffinált alumínium	19 459	15 861
Átolvasztott ötvözet	123 281	140 538
Féltermék	245 829	255 047
Vezeték	25 196	22 846
Al. öntvény	119 865	129 668

Alumínium 1964. 2. sz.

*

Japán Cr- és CrNi-*nemesacéltermelése* 1962-ben és 63-ban a következőképpen alakult t-ban :

	1962		1963	
	Cr acél	CrNi acél	Cr acél	CrNi acél
Rúd	22 796	9 939	27 541	14 029
Lemez	14 133	20 711	12 492	40 697
Szalag	38 749	70 136	62 233	107 294
Drót	3 769	9 004	5 519	13 330
Cső	497	7 899	887	10 513

Metall Bulletin 1964. III. 13.

*

Az **angol** acélipar 1963-ban 77 millió £-t *ruházott* be. Ennek megoszlása a következő volt százalékban :

Kokszolóművek	2
Ércelőkészítés és nagyolvasztók	10
Acélművek	29
Hengerművek	54
Egyéb	5

Montan 1964. III. 16.

*

Franciaország *kohóalumínium termelése* 1963-ban 298 365 *t*-ra emelkedett az 1962. évi 294 467 t-ról.

Alumínium 1964. 2. sz.

*

Olaszország *kohóalumínium termelése* t-ban s a közeljövő terve, valamint a beruházott összegek 10^6 lírában :

	Termelés	Beruházás
1962.	80 900	5 330
1963.	95 000	7 500
1964.	100 000	5 000
1965.	120 000	15 000
1966.	130 000	3 000

Alumínium 1964. 2. sz.

*

Spanyolország *alumínium felhasználása* fogyasztói ágak szerint a következő volt 1962-ben, %-ban

Közlekedés	31
Elektromosipar	23
Háztartási cikk	23
Építészet	8
Gépipar	6
Csomagoló eszköz	6
Egyéb	3

Alumínium 1964. 2. sz.

*

Lengyelországban Kielceben egy új *golyóscsapágygyár* vette fel az üzemet. A gyár 1964-ben 6 millió db csapágyat gyárt, 1966—67-ig a termelést 11 millió db-ra fejlesztik fel. A gyár elsősorban finom, apró csapágyakra specializálja magát.

Marktinformationen 1963. III. 9.

*

Hollandia *vasipari termelése* 1962-ben és 1963-ban, t-ban :

	1962	1963
Nyersvas	1572	1709
Folyékony acél	2085	2347
Hengereltacél	1551	1759

Montan 1964. III. 21.

*

Románia 1963-ban 2,7 millió t *folyékony acélt* termelt.

Metal Bulletin 1964. III. 26.

*

A **magyar** *gördülőcsapágyak* iránt növekvő az érdeklődés. 1953 óta a termelés évi 10—15%-kal nőtt. Ma az össztermelésnek kb. 40%-a kerül exportra. Fő átvevők a demokratikus országok, így Lengyelország, Románia, a NDK, Bulgária, Csehszlovákia. 1964 óta a Szovjetunió és Jugoszlávia is nagy tételeket vásárol. Az átvevő nyugati országok közé tartoznak Belgium, NSZK, Dánia, Franciaország, Ausztria, Svájc, Spanyolország, Argentína, Brazília.

Montan, 1964. III. 25.

*

Ausztria *vasipari termelése* 1962-ben és 1963-ban 10^3 t-ban :

	1962	1963
Nyersvas	2018	2106
Folyékonyacél	2976	2948
Hengereltáru	2097	2086
Vasúti felépítmény	58	54
Melegabroncs	108	153
I-U-acélok	47	42
Rúdacél	388	295
Heng. drót	216	219
Lemez	1277	1173
Kovácsolt	65	66

Montan 1963. IV. 16.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 8. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Д-р. Й. Вере—Ф. Транта: **Влияние азота на некоторые свойства стали типа „MTA 50" С** 353
Появление хрупкости, встречающееся иногда в случае стали с содержанием титана, стандартизованной в Венгрии под обозначением „MTA 50", по нашему испытанию происходит в первую очередь от того, что нитрид титана при прокаливании растворяется в аустените и при охлаждении он остается в растворенном виде и в феррите. Появление хрупкости можно исключить с помощью термической обработки, способствующей сегрегации нитрида титана из аустенита.

Л. Молнар: **Испытания в связи с удалением железа из бокситов гидрометаллургическим путем ..... С** 360
Содержание железа в бокситах извлекается обработкой хлористым аммонием. Обработка производится путем некоторого повышения температуры. После выполнения удаления железа содержатся в боксите 3—6% Fe_2O_3. Извлеченное железо содержит 96,5% Fe_2O_3. Выход по железу составляет 70—90%.

Э. Лонга: **Вопросы капитального ремонта и оценки основных средств в металлургии ... С** 365
В металлургии — вследствие большой потребности в основных средствах — большое значение имеют соответствующая величина удельного веса капитального ремонта и правильная стоимость основных средств. Проблемы, вытекающие из устарелости металлургических основных средств, а также из преувеличенного сосредоточения. Недостатки, вытекаемые часто из субъективных переоценок, из отклоняющихся по предприятиям групповых подразделений основных средств.

Д-р. Э. Балаж—Л. Козар—А. Ромвальтер: **Сведения к вопросу анодных проблем ванн для электролиза алюминия с вертикальным сердечником ..... С** 372
В металлургии алюминия Венгрии с успехом развивают ванны для электролиза алюминия, снабженные с вертикальным сердечником для ввода анодного тока. В результате постепенного снижения анодного сопротивления ванн получается наряду с повышением силы тока также и снижение потерь анодного напряжения до около 400 мв, и улучшение состояния анода. Таким способом, удельный расход электро-энергии этих ванн стал ниже расхода самых лучших заграничных ванн подобного типа.

П. Секи—Дь. Тот: **Патентирование в соляной ванне ..... С** 376
Обычное патентирование стальных проволок в свинцовой ванне является вредным на здоровые, вследствие образующихся паров свинца. Во избежание этого вредного действия было разработано способ патентирования в соляной ванне, дающий близкие к достиженным в свинцовой ванне результаты.

И. Мартин: **Плавление в вакууме, как новый способ производства сталей при производстве высококачественных сталей и специальных сплавов ..... С** 378
Характеристики вакуумно-индукционного процесса, вакуумного процесса с израсходующимся электродом, и вакуумного процесса с применением электронных лучей. Металлургические основы плавления в вакууме. Улучшение физических свойств выплавленных в вакууме сталей и сплавов по сравнению с материалами, плавленными при атмосферном давлении. Экономичность различных процессов.

Д-р. А. Биро: **Улучшение теплопередачи в рабочем пространстве промышленных печей .. С** 383
Описаны модельные испытания для выяснения действия повышения скорости газа, вытекающего из горелки. При повышении скорости текущего дымового газа увеличивается число текущей теплопередачи. Для повышения скорости давление топлива должно быть увеличено в квадратной пропорции. Повышением скорости течения улучшаются условия теплопередачи. Природный газ высокого давления в мартеновской печи обеспечивает лучшие производственные результаты.

Хорват—Халас: **Теоретические основы вдувания восстанавливающих веществ в доменную печь и его перспективные возможности .... С** 387
Восстановление окислов железа с применением окиси углерода и, особенно, водорода. Изменение степени непосредственного восстановления под действием вдивания углеводородов; теоретическая температура горения, интенсивность хода печи, температура доменных газов, их количество и теплопроизводительность. При продувке нефти значительно сокращается расход кокса. Вследствие преимущественного отношения замены имеется возможность применения мазутов и с высоким содержанием серы.

М. Прохаска: **Испытание вытяжного отверстия труб ..... С** 393
Повышение производительности является общим техническим требованием. В случае холодного вытягивания изменение производительности находится в зависимости от числа вытягиваний, от степени деформаций, выполненных по отдельным вытягиваным, а также и порядком отдельных вытягиваний разной редукции. Можно доказать, что во всех таких случаях, когда допустимую по вытягиваниям максимальную редукцию по какой-либо причине нельзя использовать, тогда производство, соответствующее возрастающему по следующим друг друга вытягиваниям порядку редукций вызывает повышение производительности.

Я. Гаудник: **Опыты в связи с спектрометрическим анализом высоколегированных сталей ..... С** 397
Преимущества спектрометрического анализа на сталолитейном заводе. Производственный контроль мартеновских, электродуговых и индукционных печей с помощью квантометра ARL. Пределы концентраций в легированных шихтовых и готовых пробах. Условия возбуждения. Отбор и подготовка проб. Организационные вопросы. Выполнение оценки, коррекции на легирующие и основные компоненты, стандартные образцы. Дефекты в эксплоатации и их исправка, проблемы запасных составных частей. Производственные результаты. Сопоставление результатов спектрометрического и химического анализов проб.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Венгрия.

INHALT

Verő, I. dr.—Tranta, F.: **Einfluss des Stickstoffes auf die Eigenschaften des Baustahles MTA. 50.** S 353
Die zuweilen auftretende Versprödung des in Ungarn genormten titanhaltigen Baustahles MTA. 50. entsteht hauptsächlich dadurch, dass das Titannitrid bei der Erhitzung sich in dem Austenit auflöst und nach der Abkühlung auch in dem Ferrit gelöst verbleibt. Die Versprödung kann durch eine Wärmebehandlung behoben werden, mit deren Hilfe die Segregation des Titannitrids aus dem Austenit befördert wird.

Molnár, L.: **Versuche zur Enteisenung von Bauxiten auf hydrometallurgischem Weg** ..... S 360
Der Eisengehalt der Bauxite wird durch eine Behandlung mit NH_4Cl entfernt. Die Behandlung wird bei ein wenig erhöhter Temperatur ausgeführt. Nach der Enteisenung enthält der Bauxit 3 bis 6% Fe_2O_3. Das extrahierte Eisen enthält 96,5% Fe_2O_3. Das Eisenausbringen beträgt 70—90%.

Longa, E.: **Probleme der Erneuerung und der Bewertung von Grundmitteln im Hüttenwesen** S 365
Wegen des hohen Anspruches an Grundmitteln ist die Grösse der Erneuerungsrate und der angemessene Grundmittelwert im Hüttengewerbe sehr bedeutend. Die Probleme des Veraltens und des übermässigen Konzentrierens der Grundmittel. Die Fehler und Mangel stammen oft aus einer subjektiven Umwertung und aus der verschiedenen Einreihung bei den Unternehmungen.

Dr. Balázs E. — Kozár L. — Romwalter A.: **Zum Problem der Anoden der Alumínium-Elektrolysierbäder mit vertikalem Dorn**.... S 372
In der ungarischen Aluminiummetallurgie werden die Aluminium-Elektrolysierbäder mit Anodenstrom-Zuleitung mittels eines vertikalen Dornes mit gutem Erfolg eingeführt. Infolge der allmählichen Abnahme des Anodenwiderstandes führten die Entwicklungsarbeiten, welche die Erhöhung der Stromstärke bezweckten, zu einer Verringerung des Anoden-Potentialabfalles auf ungefähr 400 mV, zu einer Besserung der Zustandes der Anode und zu einer Abnahme des spezifischen Verbrauches an elektrischer Energie bis zu einem Wert, der unterhalb der Verbrauchskennzahl der besten ausländischen Bäder von ähnlichem Typ liegt.

Széki, P.—Tóth, Gy.: **Das Patentieren im Salzbad** S 376
Das übliche Patentieren von Stahldrähten im Bleibad gefährdet die Gesundheit durch die entwikelten Bleidämpfe. Zur Vermeidung dieser Gefahr wurde ein Salzbad-Patentier-Verfahren entwickelt. Die Betriebsergebnisse des Salzpatentierens stehen denen des Bleipatentierens nahe.

Martin, I.: **Das Vakuumschmelzen, ein neues Stahlerzeugungsverfahren für Edel- und besonders legierten Stähle** ..... S 378
Kennzeichnende Merkmale des Vakuum-Induktions-, des Vakuum-Abschmelzelektroden- und des Vakuum-Elektronenstrahlverfahrens. Die metallurgischen Grundlagen des Vakuumschmelzens. Die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der im Vakuum geschmolzenen Stähle, verglichen mit den Eigenschaften verglichen mit den Eigenschaften der unter atmosphärischem Druck geschmolzenen Stähle. Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren.

Bíró, A. dr.: **Verbesserung der Warmeübertragung im Arbeitsraum der Industriöfen**..... S 383
Modellversuche zur Prüfung des Einflusses der Geschwindigkeitszunahme des aus den Brennern ausströmenden Heizgases. Mit der Zunahme des Gasgeschwindigkeit wächst auch die Wärmeübergangszahl bei Strömung. Zur Erhöhung der Gasgeschwindigkeit muss der Druck des Brennstoffes im quadratischen Verhaltniss gesteigert werden. Die Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit verbessert auch die Wärmeübertragung. Das Hochdruck-Erdgas in den S. M.-Öfen führt zu besseren Betriebsergebnissen

Horváth—Halász: **Die theoretischen Grundlagen und die perspektivischen Möglichkeiten des Einblasens von Reduktionsmitteln in den Hochofen** S 387
Die Reduktion des Eisenoxyds mit Kohlenoxyd und besonders mit Wasserstoff. Die Änderung des Anteils der direkten Reduktion durch Einblasen von Kohlenwasserstoffen, die theoretische Verbrennungstemperatur, die Intensität des Hochofenganges, die Gichtgastemperatur, Menge und Heizwert der Gichtgase. Durch das Einblasen von Öl vermindert sich bedeutend der Koksverbrauch. Infolge des günstigen Ersatzverhältnisses besteht auch die Möglichkeit der Verwendung von hochschwefelhaltigem Masut.

Prohászka, M.: **Untersuchung des Rohrziehkalibers** ..... S 393
Die Produktivität des Kaltziehens von Rohren wird durch die Zahl der Ziehungen, durch die Grösse der Verformung in den einzelnen Ziehungen und auch durch die Reihenfolge der Ziehungen mit verschieden grosser Abnahme beeinflusst. Es kann nachgewiesen werden, dass in Fällen, wo die bei jeder Ziehung zugelassene maximale Abnahme aus irgendeinem Grund nicht ausgenutzt werden kann, wirkt eine Ziehreihenfolge mit stetig anwachsenden Abnahmen auf die Produktivität fördernd.

Gaudnik, J.: **Erfahrungen bei der Spektralanalyse von hochlegierten Stählen**.... ..... S 397
Vorteile der Spektralanalyse in Stahlwerk. Betriebskontrolle von S. M.-, Lichtbogen- und Induktionsöfen mit einem ARL Quantometer. Konzentrationsbereich von legierten Chargen- und Endproben. Organisationsfragen. Auswertung der Prüfergebnisse, Korrektur der Grund- und Legierungsstoffe. Vergleichsmuster. Störungen und ihre Abwehr, Bestandteil-Ersatz. Vergleich der Spektralanalyse mit den chemischen Prüfverfahren.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Verő, J.—Tranta, F.: **Influence of nitrogen on some properties of MTA-50. steel** ..... P 353
According to our experiments the brittleness which is sometimes found in the titanium bearing steel specified in Hungary as MTA-50 is caused chiefly by the TiN which on heating is dissolved in the austenite and even after cooling stays in solution in the ferrite. Brittleness can be cured by a heat treatment which promotes the segregation of titanium nitride from the austenite.

Molnár L.: **Hydrometallurgical experiments for extracting the iron content of bauxites**..... P 360
The iron content of the bauxites is extracted by a treatment with NH_4Cl. The treatment is performed at slightly elevated temperature. After extraction of the iron the bauxite contains 3 to 6% Fe_2O_3. The extracted iron contains 96,5% Fe_2O_3. The iron recovery is 70 to 90%.

Longa E.: **Problems of the renewal and evaluation of stationary equipment in metallurgy**..... P 365
Because in metallurgical plants much stationary equipment is needed the suitable value of the stationary equipment and the correct renewal quota possesses an increased significance. Problems stemming from the obsolescence of metallurgical stationary equipment and from extreme concentration. Deficiencies are often caused by subjective revaluations and by the various ways of classifying stationary equipment groups in different plants.

Dr. Balázs, E.—Kozár, L.—Romwalter A.: **Data concerning the anode problems of an aluminium electrolysing bath with vertical spikes**..... P 372
In the Hungarian aluminium metallurgy the aluminium electrolysing baths with vertical spikes for the introduction of the anodic current are being developed successfully. In consequence of the gradual decrease of anodic resistance the development work concerning the increase of amperage led to a decrease of the anodic potential drop to about 400 mV, to an improvement of the state of the anode and to a decrease of the specific consumption of electric energy to a value lower than that of the best foreign baths of similar type.

Széki, Pálma—Tóth, Gy.: **Patenting in a salt bath** P 376
The usual method of patenting steel wire in a lead bath constitutes a health hazard because of the lead fumes developed. Patenting in a salt bath which has been experimentally perfected gives results similar to the lead bath.

Martin I.: **Vacuum melting—a new steelmaking process in the production of quality steels and special alloys**..... S 378
Characteristics of vacuum-induction melting, vacuum melting with a consumable electrode and of electron beam vacuum melting. Metallurgical principles of vacuum melting. Improvement of the physical properties of vacuum melted steels and alloys compared to the materials melted at atmospheric pressure. Economy of the different methods.

Dr. Biró A.: **Improving heat transfer in the working space of industrial furnaces**..... P 383
Model experiments concerning the influence of increasing the exit rate of gas from the burner. The flow heat transfer number increases with the flow rate of the waste gas. To increase the gas rate the fuel pressure must be increased in a square proportion. The higher flow rate improves the conditions of heat transfer. In the open hearth the high pressure natural gas gives better production results.

Horváth—Halász: **Theoretical principles and future possibilities of the injection of reducing agents into the blast furnace** ..... P 387
Reduction of iron oxides with CO and especially with H_2. Variation of the extent of direct reduction with the injection of hydrocarbons, theoretical combustion temperature, driving rate, temperature, quantity and calorific value of the top gas. By injecting oil the coke rate is lowered materially. Since the substitution ratio is very favourable it is possible to use also mazout with a high sulfur content.

Prohászka M.: **Investigation of the tube drawing die** ..... P 393
Increasing productivity is a universal aim of industry. On cold drawing productivity depends on the number of draws, the amount of forming per draw and on the order of draws with different reductions. Whenever for some reason the maximum permissible reduction per draw cannot be employed productivity may be increased by arranging production in the order of increasing reductions per draw.

Gaudnik J.: **Experiences in the spectrometric analysis of high alloy steels**..... P 397
Advantages of the spectrometric analysis in steelworks. Operational control of open hearth, electronic and induction furnaces with the ARL quantometer. Concentration zones of alloyed charge samples and end samples. Excitation conditions. Sampling procedure and preparation of samples. Organization problems. Evaluation, corrections for alloying and base elements, reference samples. Plant results. Comparison of the results of spectrometric and chemical analysis.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **8. szám** 1964. augusztus

A nitrogén hatása az MTA 50-es acél egyes tulajdonságaira*

DR. VERŐ JÓZSEF akadémikus, tanszékvezető egyetemi tanár
TRANTA FERENC egyetemi tanársegéd

DK 669.018.2 : 669.295.001.5

1. Bevezetés

Gyengén ötvözött szerkezeti acél mechanikai tulajdonságaira kevés titán adagolása a következő hatást fejti ki :

1. Finomítja a szekundér szövetet és ezáltal megnöveli a folyáshatárt.

2. Az acél ütőmunkáját közönséges hőmérsékleten javítja, mert az átmeneti hőmérsékletet kisebb hőmérsékletek felé tolja el azáltal, hogy a nitrogént stabilis TiN-ként köti meg.

3. Csökkenti az acél edzhetőségét, főleg azért, mert az austenitet finomszeművé teszi.

Ezek a tulajdonságok elsősorban hegesztett szerkezetekre jelentenek nagy előnyt.

Hazánkban MTA 50 néven szabványosított mangánnal gyengén ötvözött titántartalmú, nagyszilárdságú szerkezeti acél szakítószilárdsága és folyáshatára az előírásoknak kitűnően megfelel, fajlagos ütőmunkája azonban néha nagyon kicsiny, nem éri el a kívánt értéket. Ezért vizsgálataink elsősorban arra irányultak, mi okozhatja az acél ridegedését, és ez hogyan akadályozható meg.

Az acél titánnal való ötvözésekor a titán egy része oxidot képez, más része az acélban mindig előforduló nitrogént köti meg TiN vegyület alakjában.

2. A nitridek oldhatósága az austenitben

A TiN szabályos rendszerben kristályosodó ion-vegyület, mely a TiC-t szilárd állapotban korlátlanul oldja. Egyszerűség kedvéért — kis karbontartalmú acélokra — a TiN austenitben való oldhatóságát a TiC hatása nélkül vizsgáljuk, így összehasonlíthatjuk a már részletesebben vizsgált AlN és VN viselkedésével.

A nitridek oldódásának egyenlete :

$$MeN \rightleftarrows [Me] + [N] \qquad (1)$$

$$K' = \frac{a_{Me} \cdot a_N}{a_{MeN}} \qquad (2)$$

A nitrid önálló fázist képez, így aktivitása egységnyinek vehető. Az oldott fém és nitrogén legfeljebb tized %-nyi mennyiségben fordul elő, ezért aktivitásuk helyett moltörtjüket, vagy átszámítva súlyszázalékos értéküket vehetjük. Ezzel

$$K = [Me\%] \cdot [N\%] \qquad (3)$$

Az egyensúlyi állandó hőmérséklettől való függése

$$\log K = -\frac{A}{T} + B \text{ alakban fejezhető ki.}$$

Az AlN austenitben való oldódására a

$$\log K = -\frac{7400}{T} + 1{,}95, \qquad (4)$$

a VN-re

$$\log K = -\frac{7070}{T} + 2{,}27, \qquad (5$$

a NbN-re pedig a

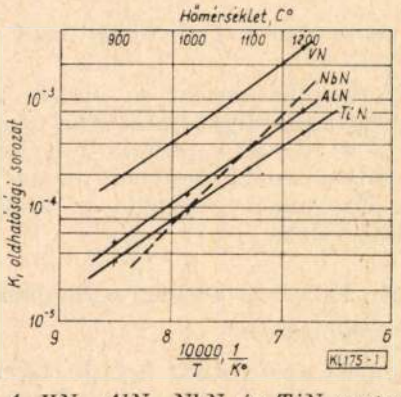
$$\log K = -\frac{10\,230}{T} + 4{,}04 \qquad (6)$$

képletet határozták meg [1]—[3].

Régebbi feltevések szerint a TiN nem oldódik az austenitben [4]. Újabb mérésekkel azonban sikerült oldhatóságát meghatározni [4], [5]. Az austenitben az oldódás egyensúlyi állandója :

$$\log K = -\frac{6745{,}7}{T} + 1{,}29 \qquad (7)$$

Az *1. ábrán* feltüntettük a TiN, AlN, NbN és VN austenitben való oldódásának egyensúlyi állandóját a hőmérséklet függvényében.



1. ábra. A VN, AlN, NbN és TiN austenitben való oldhatóságának egyensúlyi állandója a hőmérséklet függvényében

* A Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének közleménye

Ha az acél titán- és nitrogéntartalmát ismerjük, akkor az egyensúlyi állandó felhasználásával meghatározhatjuk adott hőmérsékleten az oldott nitrogén mennyiségét, vagy a nitridek teljes oldódásának hőmérsékletét.

Nitridek alakjában megkötött nitrogén, ill. titán :

$$N_{TiN} = a - [N] \tag{8}$$

$$Ti_{TiN} = b - [Ti], \tag{9}$$

ahol a az acél nitrogén,

b pedig a titán tartalma.

Mivel a TiN kiválása a sztöchiometrikus aránynak megfelelően megy végbe, ezért

$$Ti_{TiN} = \frac{48}{14} N_{TiN} \tag{10}$$

48 a titán, 14 a nitrogén atomsúlya, s ezzel

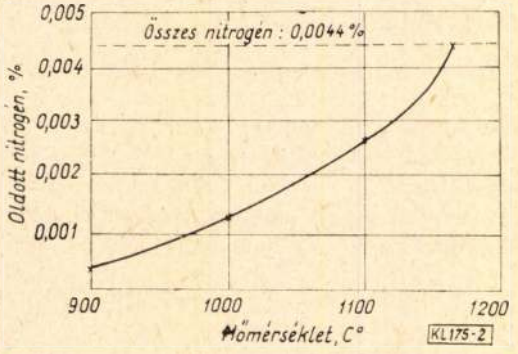
$$[Ti] = b - Ti_{TiN} = b - \frac{48}{14} N_{TiN} = \tag{11}$$

$$= b - \frac{48}{14}\left(a - [N]\right)$$

Ezt behelyettesítve a (3) egyenletbe, az [N] a kapott másodfokú egyenletből meghatározható :

$$[N] = \frac{-\left(\frac{14}{48}\cdot b - a\right) \pm \sqrt{\left(\frac{14}{48}\cdot b - a\right)^2 + 4\cdot\frac{14}{48}\cdot K}}{2} \tag{12}$$

A fenti egyenletből kiszámíthatjuk, hogy pl. 0,1% Ti-t és 0,0044% N-t tartalmazó acél austenitje mennyi nitrogént képes oldani különböző hőmérsékleten *(2. ábra)*.



2. ábra. 0,1% Ti-t és 0,0044% N-t tartalmazó acél austenitjének nitrogénoldó képessége a hőmérséklet függvényében

Az ábra szerint ~ 1160 C°-on megy oldatba az összes TiN.

A (12) egyenlet szerint az oldódó nitrogén mennyisége egyaránt függ az acél titán- és nitrogéntartalmától. Az is megállapítható, hogy a szegregátum oldódása annál nagyobb hőmérsékleten következik be, minél nagyobb az acél titán-, ill. nitrogéntartalma.

3. A nitrogén hatása az acél egyes tulajdonságaira

a) *Irodalmi adatok*

A nitridek austenitben lezajló oldódása a következőképpen hat : egyrészt a jelenlevő nitridek megakadályozzák az acél austenit-szemnagyságának durvulását. Megfigyelések szerint azon a hőmérsékleten nő hirtelen az austenit-szemnagyság, melyen a nitridek oldódása befejezéshez közeledik. A vanádium és alumínium a szemnagyság durvulását 950—1030 C°-ig, a titán ~ 1100 C°-ig, a niobium 1050—1200 C°-ig, a cirkon ~ 1100 C°-ig akadályozza meg, ha az acél a szokásos mennyiségű nitrogént tartalmazza [6].

Másrészt az austenitben oldott nitrogén oldva maradhat az átalakuláskor keletkezett ferritben és a ferrit ridegedési hőmérsékletét nagyobb hőmérséklet felé tolja el. Irodalmi adatok szerint[7] 0,01% oldott nitrogén az átmeneti hőmérsékletet körülbelül 200 C°-kal emeli.

A nitridek oldódása és kiválása diffúzióval járó folyamat, így lejátszódása időt vesz igénybe.

Ha a nitridek oldatba vitelének hőmérsékletéről ~ 1300 C°-ról közvetlenül a vizsgálat hőmérsékletére (900—1200 C°-ra) hűtjük le a próbadarabot, akkor legalább 40—60 órára van szükség az egyensúly beálltáig. Ha viszont a próbákat a nitridek oldatba vitelének hőmérsékletéről gyorsan hűtjük le, majd újra felhevítjük a 900—1200 C°-os hőmérsékletre, akkor az egyensúly már egy óránál rövidebb idő alatt beáll. A folyamat lejátszódása a diffúziós folyamatokra jellemző C-görbében foglalható össze.

Folyamatos hűtés közben a nitridek kiválása erősen függ a hűtési sebességtől. VN például már 10—100 C°/perc sebességű hűtés alatt keletkezik, alumíniumnitrid pedig 2 C°/perces sebességen [8]. Ez feltétlenül kisebb, mint a levegőn lezajló hűtésnek a sebessége. Az átalakulás a szegregációt meggyorsítja. Az acél mechanikai tulajdonságai szempontjából lényeges, hogy austenitből vagy ferritből szegregálnak-e a nitrid részecskék. A kiválás csak akkor kedvező, ha austenitből megy végbe, vagy ha az átalakulással egyidőben játszódik le.

A ferritből végbemenő szegregáció már öregedést okoz, függetlenül attól, hogy titán, alumínium, vagy a legvalószínűbb vasnitrid keletkezik. Sajnos a TiN képződésének időszükségletéről nincsenek adataink, de különbözően hőkezelt próbák keménységmérése és ütőmunka-vizsgálata alapján az AlN-éhez közelállónak látszik.

A nitridek — így a TiN is — kiválása és oldódása befolyásolja az acél mechanikai tulajdonságait, elsősorban a fajlagos ütőmunkát.

Ismert dolog, hogy az alumíniummal gyengén ötvözött acélfajták kedvező tulajdonságaira csakis normalizált állapotban számíthatunk. Sok vizsgálat [9]—[11] bizonyítja, hogy az alumíniummal ötvözött acélfajták normalizálatlan állapotban a a nitrogént a ferritben oldva tartalmazzák, és emiatt a rideg állapotba való átmenet hőmérséklete a szobahőmérséklet fölé emelkedhet.

Erre vonatkozóan *Sage* és *Copley* [11] újabban közzétett vizsgálatának néhány eredményét közöljük. Kísérleteiket 0,17% C-t, 0,68% Mn-t, 0,03% Al-ot, 0,007% N-t, 0,01% S-t és 0,001% P-t tartalmazó acélon úgy végezték, hogy mintegy 12 mm-es lemezpróbákat 880—1250 C° között különböző hőmérsékleten izzítottak és az izzítás

hőmérsékletéről levegőn lehűtöttek. Az így kezelt próba Izod-ütőmunkája 20 fokon a következő volt:

Izzítás hőmérséklete C°	Izod-ütőmunka font láb	mkp/cm²
880	210	28,96
1050	40	5,51
1150	10	1,38
1250	10	1,38

Kurmanov [12] 0,05% titánt is tartalmazó, egyébként lényegében mangánnal és szilíciummal ötvözött 15 GDJuT jelű szovjet acélfajtán végzett vizsgálatokat. 850—1000 C°-ról levegőn hűtött állapotban legalább 15 mkg/cm² ütőmunkája van, ez az érték azonban mintegy 1 mkg/cm²-re csökken, ha 1100—1200 C°-ról hűtjük levegőn. *Kurmanov* a titán eloszlását vizsgálta meg az acél szívós és rideg állapotában. Azt találta, hogy a szívós állapotú acél ferritje legfeljebb nyomokban tartalmazott titánt, a rideg állapotú acél ferritjének titántartalma pedig megközelítően megegyezett az acél teljes titántartalmával. Ebből arra következtetett, hogy az 1100—1200 C°-ról lehűlt acél ridegségét a ferritben oldott titán okozza.

Korábbi vizsgálatokból azonban ismeretes, hogy a titánnak a ferritre és lágy acélra ilyen erős ridegítő hatása nincsen. *Lacy* és *Gensamer* kísérletei szerint 0,1% oldott titán a ferrites színvas 95%-os kontrakcióját mindössze 1%-kal csökkenti [13].

Class ismertet [14] egy meg nem nevezett karbidképző elemet is tartalmazó, 52 kg/mm² szilárdságú mangán-szilícium acéllal végzett kísérletet. Ennek az acélnak 1100 C°-nál kisebb hőmérsékletről levegőn, vagy kemencében hűtött állapotban 14—18 mkg/cm², 1150—1250 C°-ról levegőn hűtött állapotban pedig 2 mkg/cm²-nél kisebb ütőmunkája volt.

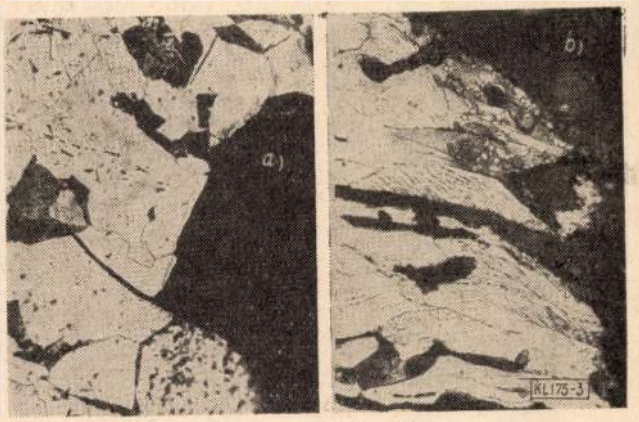
Class az 1150 C°-ról nagyobb hőmérsékletről levegőn hűlt acélpróbák kicsi ütőmunkáját annak tulajdonítja, hogy a karbidképző elemhez kötött nitrogén oldatba ment, lehűlés közben pedig, az idő rövidsége miatt, újból kiválni nem tudott.

A jelenséget túlhevítési ridegedésnek (Überhitzungsversprödung) nevezi. Elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint, ha rideg a töret a hasadás a ferritkristályokon halad keresztül még akkor is, amikor a kristályhatár elég vastag.

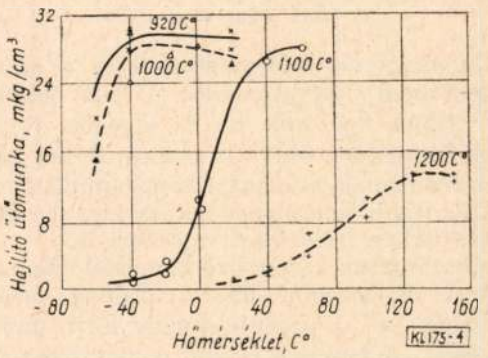
b) *Az austenitben oldott nitrogén hatása a ferritre*

A továbbiakban is vizsgált MTA 50-nek megfelelő 0,14% C-t, 1,04% Mn-t, 0,45% Si-t, 0,029% P-t, 0,031% S-t, 0,02% Al-ot, 0,1% Ti-t és 0,0044% N-t tartalmazó acél töretvizsgálata alapján megállapítottuk, hogy ridegtörés beálltakor a hasadás a ferritkristályokon keresztül halad anélkül, hogy előzőleg maradó alakváltozás létre jött volna. Szívós töréskor viszont a törést erőteljes alakváltozás előzi meg *(3. ábra)*. Két próbát 1200 C°-on austenitesítettünk, majd az egyiket levegőn *a*, a másikat pedig kemencében *b* hűtöttük le. Mindkét próba szövete ferrit-perlites volt.

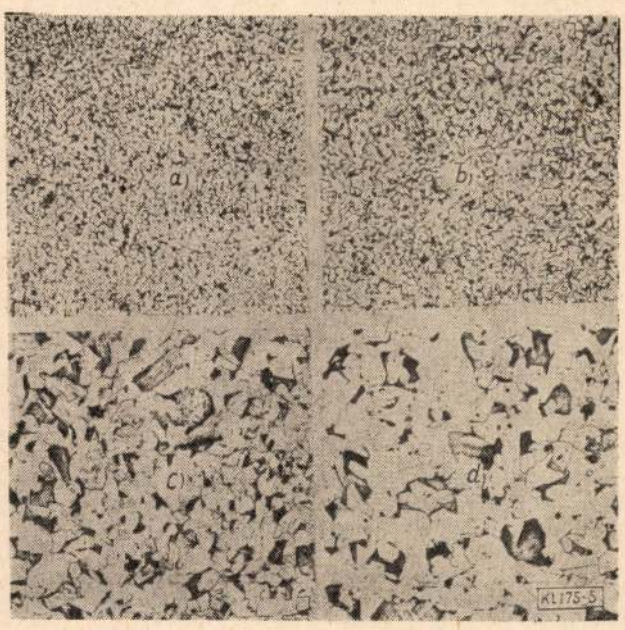
Különböző hőmérsékleten austenitesített, majd levegőn hűtött 18 mm vastag lemezből vett próbák fajlagos ütőmunkája a vizsgálat hőmérséklete függvényében a *4. ábra* szerint változik. Az ábra világosan megmutatja, hogy az austenitesítés hőmérséklete, a nitridek oldódása milyen hatással van az átmeneti hőmérsékletre. Az izzítás hatására az acél szekundér szövete is jelentősen



3. ábra. A vizsgált acél törete
a = 1200 C°-on izzítva és levegőn hűtve $a_{k+20C°}$ = 1,1 mkg/cm²) *b* = 1200 C°-on izzítva és kemencében hűtve ($a_{k+20C°}$ = 13,7 mkg/cm²). Nagyítás 300-szoros, eredeti 500-szoros



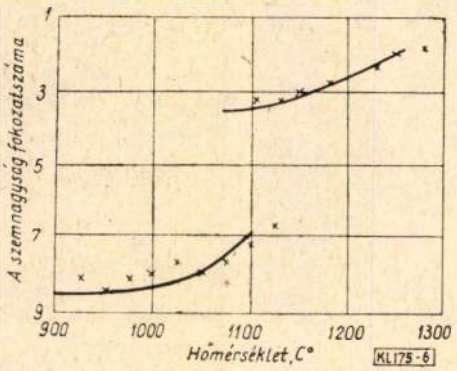
4. ábra. A vizsgált acél különböző hőmérsékleten izzított és levegőn hűtött próbáinak fajlagos ütőmunkája a vizsgálat hőmérséklete szerint



5. ábra. A vizsgált acél szövete különböző izzítási hőmérsékletről levegőn hűtött állapotban
a = 920, *b* = 1000, *c* = 1100, *d* = 1200 C°. Nagyítás 60-szoros, eredeti 100-szoros

megváltozik *(5. ábra)*. Ezt a változást főleg az austenit-szemnagyságnak 1075—1100 C° között végbemenő erőteljes durvulása okozza *(6. ábra)*.

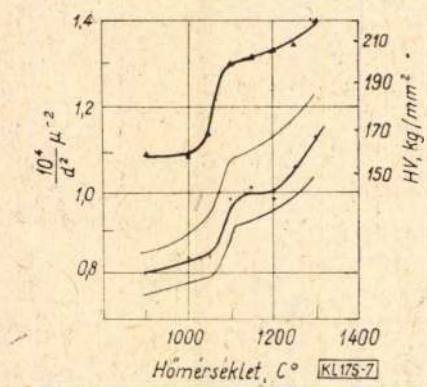
Az austenit-szemnagyság durvulása a fajlagos ütőmunka csökkenésére közvetve hat. Durvább austenitből durvább ferrit is keletkezik, és a ferritszemnagyságnak egy fokozattal való durvulása az átmeneti hőmérsékletet ~ 15 C°-kal emeli [7]. Az átmeneti hőmérséklet erőteljes eltolódása csak



6. ábra. Az austenitszemnagyság változása az izzítási hőmérséklet függvényében
Az izzítás ideje 30 perc

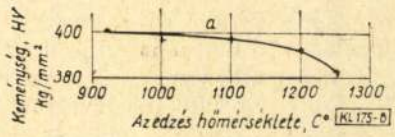
a ferritszemnagyság növekedésével és a szövetváltozással nem magyarázható. A TiN oldódása 1160 C° táján fejeződik be és levegőn végzett hűtéskor feltehetően oldva is marad. A két hatás együttesen megmagyarázhatja az ütőmunka elromlását. A fenti gondolatmenet helyességét igazolják a következőkben ismertetett mérések is.

Meghatároztuk különböző hőmérsékleten austenitesített és levegőn hűtött próbák makrokeménységét és a proeutektoidos ferrit mikrokeménységét. A mérések szerint a makrokeménység és a ferrit mikrokeménysége 1050 és 1100 C° között ugrásszerűen megnő *(7. ábra)*. A ferrit keménységének növekedése csak a benne oldott ötvözők mennyiségének növekedésével magyarázható.

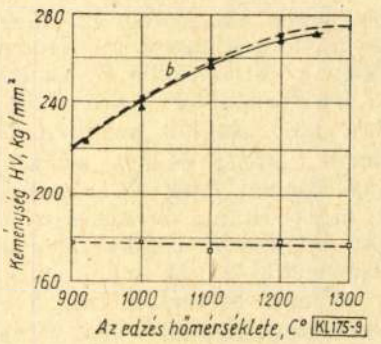


7. ábra. Különböző hőmérsékletről levegőn hűtött próbák makro- és mikrokeménysége, a mikrokeménység-mérés hibájának szórási területével

Hasonló eredményre jutunk, ha különböző hőmérsékleten izzított próbákat hidegkeverékben edzünk és azután azonos körülmények között, — 650 C°-on 25 percig — megeresztünk. Bár azonos körülmények között végeztük. a megeresztést, mégis annál nagyobb a próbák keménysége, minél nagyobb volt az edzési hőmérséklet *(8. ábra)*. A *9. ábrán* összehasonlítás kedvéért feltüntettük *Kazinczy, Axnäs* és *Pachleitner* [15] által 0,11% C, 0,02% Si, 1,01% Mn, 0,009% P, 0,032% S és 0,036% Nb-os, ill. Nb nélküli acéllal végzett mérések eredményét. A niobium nélküli acél keménysége megeresztés után mérve független az edzés hőmérsékletétől. A niobiumot is tartalmazóra mutatkozó keménységnövekedés szerintük elsősorban az NbC oldatba menetével van kapcsolatban. 0,2% karbontartalmú acélokat azon-



8. ábra. Különböző hőmérsékletről edzett Ti-tartalmú acélpróbák keménysége



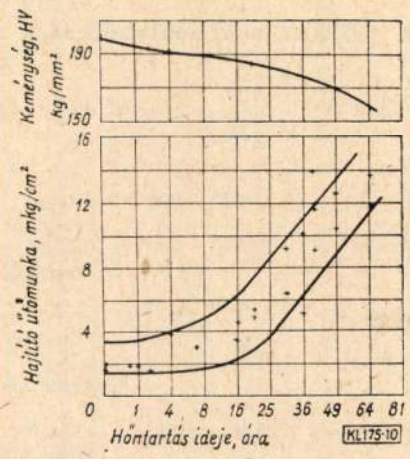
9. ábra. Edzett és megeresztett próbák keménységének változása az edzési hőmérséklet függvényében
△ = Ti-tartalmú acél megeresztve, × = Nb-tartalmú acél, □ = Nb-nélküli acél

ban akár 0,04% niobiummal, akár 0,1% titánnal ötvözzük, a megfelelő háromalkotós egyensúlyi diagram szerint [7] a karbidkiváláshoz legalább 5—10-szeres ötvözőmennyiségre lenne szükség, még 900 C° táján is. Ezért valószínűbbnek látszik, hogy mindkét esetben elsősorban a nitridek oldódásával van kapcsolatban a keménység növekedése.

c) *A nitridek kiválása az acél különböző fázisából*

A következő méréssorozattal azt határoztuk meg, hogy 1200 C°-on egy órán át izzított, majd egy óra alatt 900 C°-ra kemencében hűtött próbák 20 C°-on mért fajlagos ütőmunkája és keménysége hogyan változik a 900 C°-os hőntartás idejével, ha a próbákat 900 C°-ról levegőn hűtöttük le. Az ütőmunka ~ 15 órás hőntartás után kezd javulni és 65 órás hőntartás hatására már 13 mkg/cm²-et ér el *(10. ábra)*. A keménység csökkenése szintén a 15—65 órás intervallumban a legerősebb. A próbák szövetére a hőntartás ideje optikai mikroszkópon nézve hatástalan *(11. és 12. ábra)*. Tehát az austenitben 900 C°-on kellett valamilyen folyamatnak, mégpedig TiN-kiválásának végbemennie.

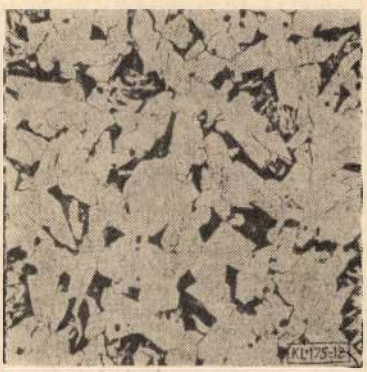
Hiába izzítunk 1200 C°-on austenitesített és levegőn hűtött próbákat 650 C°-on, az Ar_1 hőmér-



10. ábra. 1200 C°-on 1 órán át izzított, majd 1 óra alatt 900 C°-ra hűtött próbák keménysége és fajlagos ütőmunkája a 900 C°-os hőntartási idő függvényében. 100 C°-ról a próbák levegőn hűltek



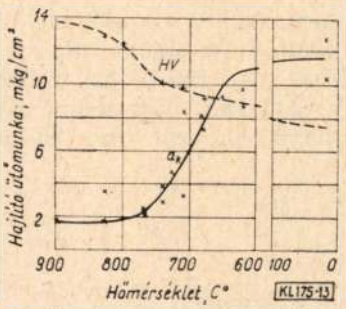
11. ábra. 1200 C°-on 1 órán át izzított és 1 óra alatt 900 C°-ra onnan levegőn hűtött próba szövete ($a_k = 2{,}0$ mkg/cm²)
Nagyítás 80-szoros, eredeti 100-szoros



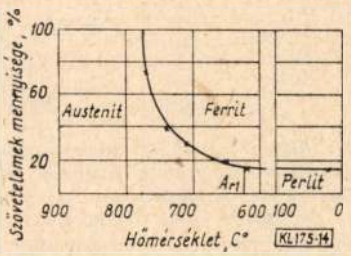
12. ábra. 900 C°-on még 65 órán át tartva és azután levegőn hűtött próba szövete ($a_k = 13{,}9$ mkg/cm²)
Nagyítás 80-szoros, eredeti 100-szoros

séklet alatt még 50 órán át sem javul meg az ütőmunka, holott a nitridek valószínűleg kiváltak a túltelített ferritből.

Egy másik kísérletsorozattal azt kívántuk nyomon követni, hogy 1200 C°-ról kemencében való hűtés közben végbemenő $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulással összevetve hogyan változik az eddigiekben is vizsgált acél ütőmunkája. Az egyes darabokat különböző hőmérsékletig hűtöttük kemencében, majd az ütőmunka vizsgálathoz szükséges és keménységméréshez szükséges anyagot levegőn, az átalakulás vizsgálatához szükséges próbákat pedig vízben hűtöttük le. A mérési adatokat a *13. és 14. ábrában* foglaltuk össze. Az eredményekből kitűnik, hogy a proeutektoidos ferrit keletkezésének arányában nő a fajlagos ütőmunka és csökken a keménység. Amíg az átalakulás lassan (levegőn végzett hűtéskor lassabban) megy végbe, addig a nitridek kiválása többé-kevésbé végbemehet. Ha az átalakulás levegőn való hűtés közben megy végbe, akkor a nitridek az átalakuláskor sem tudnak kiválni és ezért rossz az ütőmunka.

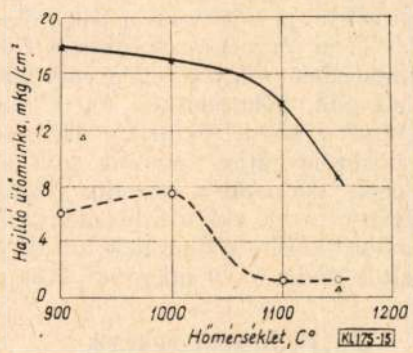


13. ábra. 1200 C°-ról kemencében, majd levegőn tovább hűtött próbák keménysége és fajlagos ütőmunkája a kemencében végzett hűtés hőmérsékletének függvényében



14. ábra. A kemencében, hűtés közben végbemenő szövetváltozások

A nitridek lassú hűtés közben lezajló kiválásának megítélésére különböző izzítási hőmérsékletről kemencében hűtöttük le a próbákat és mértük a próbák ütőmunkáját 20—40 C°-on és mesterségesen öregített állapotban is *(15. ábra)* 1100 és 1150 C°-ról kemencében hűtött próbák 20 C°-on mérve még elfogadható értékeket adnak, de mesterségesen öregítve vagy —40 C°-on mérve már nem felelnek meg.

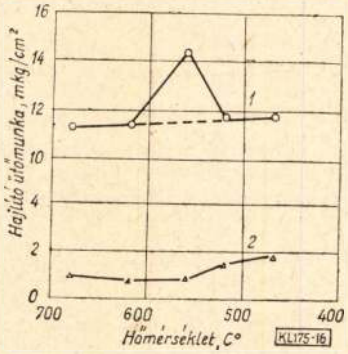


15. ábra. Különböző hőmérsékletről kemencében hűtött próbák fajlagos ütőmunkája +20 C°-on —40 C°-on, illetve mesterségesen öregítve és +20 C°-on mérve
× = +20 C°-on mérve, o = —40 C°-on mérve, Δ = mesterségesen öregítve

Tehát a nitridek az acélnak kemencében lezajló hűtésekor (2 C°/perc hűtési sebesség 900 és 600 C° között mérve) sem tudnak olyan mértékben keletkezni, mint 900 és 1000 C°-on végzett izzítás (normalizálás) hatására.

Annak további bizonyítására, hogy az ütőmunka elromlása nem a szekundér szövet milyenségével függ össze, mértük a 920, illetve 1150 C°-on austenitesített és 680—470 C° között izotermásan átalakult próbák ütőmunkáját.

A méréshez más adagból származó anyagot használtunk, de ennek összetétele lényegében ugyanaz, mint az eddig vizsgált acélé. A 920 C°-on izzított próbák ütőmunkája minden esetben 11 mkg/cm² felett, az 1150 C°-on izzítottaké pedig 2 mkg/cm² alatt van, függetlenül attól, hogy az átalakulás ferrit + perlit vagy bainit keletkezésével ment végbe. Mint a *16. ábrából* látszik, az ütőmunka bainites átalakuláskor mindkét esetben valamivel nagyobb, mint ferrit + perlites átalakuláskor.



16. ábra. 920, illetve 1150 C°-on austenitesített és ónfürdőben izotermásan kezelt próbák fajlagos ütőmunkája az ónfürdő hőmérséklete függvényében. Az ónfürdőben való hőntartás ideje 20 perc

1 = austenitesítés 920 C°, *2* = austenitesítés 1150 C°

d) *A nitridtartalom változásának reverzibilitása*

Az *1. táblázatban* összefoglalt kísérletekkel azt igazoljuk, hogy a szívós és rideg állapotot előidéző folyamat megfordítható. Ebből a célból kettős hőkezelést végeztünk. Az első művelet 900, 1000, 1100 és 1150 C°-on végzett austenitesítés volt, melyet kemencében vagy levegőn való lehűtés követett. A hőkezelés másik művelete 900 vagy 1150 C°-on végzett austenitesítés volt, melyet ismét kemencében, vagy levegőn való hűtés követett. A második hőkezeléskor 900 C°-on izzított próbák mind szívósak tekintet nélkül arra, hogy az első hőkezelés után szívósak voltak-e, vagy pedig ridegek ; ha pedig a második izzítás hőmérséklete 1150 C° volt, akkor a levegőn hűlt próbák 3 mkg/cm²-nél kisebb ütőmunkát adtak, a kemencében hűltek pedig 8—9 mkg/cm² ütőmunkájúak voltak.

1. táblázat

A ridegítő folyamat megfordíthatóságának vizsgálata

Első hőkezelés	Ütőmunka mkg/cm²	Második hőkezelés	Ütőmunka mkg/cm²
1150 C° levegő	1,22	900 C° levegő	17,0
		kemence	16,6
kemence	8,64	900 C° levegő	16,4
		kemence	15,0
1100 C° levegő	2,12	1150 C° levegő	1,5
		kemence	9,8
kemence	13,9	1150 C° levegő	1,1
		kemence	8,0
1000 C° levegő	16,9	900 C° levegő	16,4
		kemence	15,7
kemence	16,9	900 C° levegő	15,6
		kemence	17,2
900 C° levegő	18,0	1150 C° levegő	2,7
		kemence	8,9
kemence	18,0	1150 C° levegő	1,5
		kemence	9,8

4. Következtetések

Szerkezeti acélok gyártásakor lényeges szempont, hogy lehetőleg melegen hengerelt állapotban, normalizálás nélkül érjék el a kívánt mechanikai tulajdonságokat. Számos megfigyelés arra mutat, hogy melegen hengerelt állapotban ötvözetlen és gyengén ötvözött acélokkal is akkor kapják a legjobb eredményeket, ha a hengerlés véghőmérséklete minél kisebb, de még az Ar_3 hőmérsékletnél nagyobb.

8—15 mm-es lemezekre ez a feltétel általában teljesül is. Vastagabb lemezekre azonban csak a hengerlési véghőmérséklet szabályozásával érhető el. Csillapítatlan és félig megnyugtatott acélokból szabályozott véghőmérséklettel hengerelt lemezek tulajdonságai normalizálással már nem javíthatók, a Si-és Al-mal csillapítottaké azonban még tovább javíthatók normalizálással [16]. Niobiummal kezelt acélokkal végzett laboratóriumi vizsgálatok [15] is azt mutatják, hogy 1200 C°-on izzított, majd különböző hőmérsékleten hengerelt és levegőn hűtött próbák átmeneti hőmérséklete függ a hengerlés hőmérsékletétől. 1000 C°-os hengerlési hőmérsékleten +20, 750 C°-on pedig —10 C° az átmeneti hőmérséklet. Normalizálás után a hengerlési hőmérséklettől szinte függetlenül — 60 C°.

Ha a hengerlést megelőző izzítás hőmérséklete 1300 C° volt, akkor hasonló összetételű acél átmeneti hőmérséklete a hengerlési véghőmérséklettől szinte függetlenül +30 C°-on van. Normalizáláskor pedig —40 C°-ra süllyed.

Wiester és munkatársai [17] alumíniummal, ill. alumíniummal és vanádiummal kezelt mangántartalmú acélokkal azt figyelték meg, hogy az átmeneti hőmérséklet a hengerlési véghőmérséklettel csökken, amíg a hengerlést austenites állapotban végzik. 1300 C°-os kezdőhőmérsékleten azonban sokkal rosszabb eredményt kaptak, mint 1050 C°-os kezdő hőmérséklettel. Vegyelemzéssel azt is megállapították, hogy 1050 C°-os kezdő hőmérséklet után a nitrogén nagy része nitridként van megkötve. 1300 C°-os kezdő hőmérsékleten viszont a nitrogénnek csak egy része képez nitridet. A nitridként megkötött nitrogén mennyisége a hengerlési véghőmérséklet csökkenésével természetesen valamelyest nő.

A Vasipari Kutató Intézet által végzett mérések szerint [18] a titántartalmú MTA 50 acélfajtára is megfigyelhető, hogy a szabályozott véghőmérséklettel hengerelt lemezek átmeneti hőmérséklete sokkal kedvezőbb, mint a szokásos módon hengerelteké. Ez főleg vastagabb lemezekkel szembetűnő.

Ar_3 közelében végzett hengerléskor az újrakristályosodás hatására az austenit-szemnagyság finom lesz és finom lesz a hűtés közben keletkező ferrit-perlites szövet is. Titánnal vagy más nitridképző elemmel kezelt acéllal azonban alakítás közben kedvezőbb lehetőség van a nitridek képződéséhez, mintha alakítás nélkül hűl az acél olyan hőmérsékletről, amelyen a nitridek már oldódtak az austenitben (melegalakítás kezdőhőmérséklete). Mivel a használt nitridképző elemek közül legerősebben a Ti köti meg a nitrogént, azért a hengerlési véghőmérsékletre a titántartalmú acél a legkevésbé érzékeny.

Az irodalmi adatokból és a vizsgálatokból egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a titánnal kezelt mangántartalmú nagyszilárdságú szerkezeti acéllal néha előforduló ridegedés azzal van kapcsolatban, hogy a nitridek nagy hőmérsékleten oldódnak az austenitben és lehűlés után a ferritben is oldva maradhatnak.

Megfelelő szívósság eléréséhez oly módon kell hőkezelnünk, hogy ennek hatására a nitridek az austenitből szegregáljanak. Ez lehet lassú hűtés, vagy 900 C° táján elég hosszú hőntartás, vagy normalizálás. Ilyenkor a szekundérszövet durvaságától függetlenül mindig jó ütőmunkát kapunk.

A titánnak rendkívül nagy affinitása a nitrogénhez ezenkívül arra is reményt nyújt, hogy a szokásosnál gondosabb hengerléssel 820—850 C°-os befejező hőmérsékleten hengerelt MTA 50 lemezek utólagos normalizálás nélkül is kielégítik a hegeszthető acélfajtákkal szemben támasztott követelményeket.

IRODALOM

[1] *Leslie, W. C.—Rickett, R. L.—Dotson, C. I.—Watson, C. S.:* Trans. Am. Soc. Met. 46 (1945) 1470. o.

[2] *König, P.—Scholz, W.—Ulmer, H.:* Arch. für das Eisenhw. 32 (1961) 541. o.

[3] *Smith, R. P.:* Trans. Met. Soc. AIME 224 (1962)

[4] 190. o. Iron and Steel Institute Special Rept. 68. sz. (1960) 163. o.

[5] *Adachi, A.—Mizukawa, K.:* Technology Reports of the Osaka University. Vol. 11. sz. 476. o.

[6] *Adachi, A.—Muzukawa, K.—Konda, K.:* Tetsu to Hagane, J. Iron and Steel Inst. Japan 48 (1962) 1436. o.

[7] *Verő J.:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1960. 472/473. o.

[8] *Opel, P.:* Arch. für das Eisenhw. 32 (1961) 555. o.

[9] *Werthebach, P.—Hoff, H.:* Stahl und Eisen 78 (1958) 736. o.

[10] *Wiester, H. J.—Balding, W.—Riedel, H.—Scholz, W.:* Stahl und Eisen 77 (1957) 773. o.

[11] *Sage, A. M.—Copley, F. E. L.:* Iron and Steel Inst. 195 (1960) 422. o.

[12] *Kurmanov, M. I.—Rabinovics, A. G.—Dobruszkina, S. R.:* Metallovedenie i Termicseszkaja Obrabotka Metallov 5 (1960) 30. o.

[13] *Lacy, G. E.—Gensamer, M.:* Trans. Am. Soc. Met. 32 (1944) 88. o.

[14] *Class, I.:* Arch. für das Eisenhw. 32 (1961) 822. o.

[15] *Kazinczy, F.—Axnäs, A.—Pachlei, P.:* Jernkont. Ann. 147 (1963) 408. o.

[16] *Szeless L.:* Kohászati Lapok 96 (1963) 154. o.

[17] *Wiester, H. J.—Dahl, W.—Hengstenberg, H.:* Stahl und Eisen 82 (1962) 1176. o.

[18] *Szeless L.:* Vasipari Kutató Intézet témajelentése

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya 1964. május hó 25-én vezetőségi ülést tartott. Az ülésen megjelentek *Pilter Pál*, szakosztályi elnök, *Szeless László* alelnök, *Gruber Imre* szakosztályi titkár, *Kondoray Egon* másodtitkár, *Clauss Alajos* meghívott vendég, *Felföldi Zoltán*, *Kemény Kornél*, *Mándoky Andor*, *Nagy Zoltán*, *Nagyenyedi József*, *Szőke László*, *Szücs Endre*, dr. *Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Latinák István* a kovácstagozat vezetője, *Csépe Ferenc*, *Horváth Gyula*, *Kovács Dezső*, *Vince Gyula* csoporttitkárok.

Pilter Pál elnök néhány bevezető szóval megnyitotta a vezetőségi ülést s üdvözölte a meghívásra megjelent *Clauss Alajos* tagtársunkat.

Elsőnek *Mándoky Andor* számolt be a hidegalakítási konferencia előkészítéséről, melynek rendezését a Salgótarjáni Acélárugyár vezetői és a helyi egyesületi csoport örömmel vállalta. A konferencia kb. október második felében lesz megtartva, közel 20 időszerű előadás fog elhangzani.

Másodiknak *Clauss Alajos* számolt be a budapesti tagság aktívahálózatának szervezéséről.

Majd *Nagyenyedi József* számolt be a GTE-vel közösen rendezendő, „Hegeszthetőségi konferencia" szervezésének állásáról.

Horváth Gyula bejelentette, hogy a Csepel Művek IB titkárává *Biró Gyula* egyesületi tagot választották meg, majd ismertette a június 16-án tartandó földgáztüzelési ankét előkészületeit.

Kondoray Egon beszámolt a jún. 1-én és 15-én tartandó külföldi előadásoknak előkészületeiről. Dr. *Visnyovszky László* bejelentette egy külföld előadó jelentkezését nagyolvasztó témájú előadásáról. *Nagy Zoltán* javasolta a hengerelt félgyártmányok minőségi kérdéseinek vizsgálata című konferenciának 1965-re való halasztását. *Csépe Ferenc* kérte az ózdi csoport vezetőség-választását az őszre elhalasztani. A vezetőség a javaslatokat és beszámolókat elfogadta.

Ezután *Pilter Pál* meleg szavakkal köszönte meg *Vincze Gyulának* és *Nyizsnyánszky Tibornak* tízéves titkári munkáját s az egyesület elismerésének kifejezéséül *átnyújtotta* az egyesület ajándékát. Az új titkár *Kovács Gyula* és *Sztehlik László* lettek. Mindkettőjüket *Pilter Pál* elnök közvetlen szeretettel üdvözölte.

Kovács Gyula bejelentette, hogy az anyagmozgatásról szóló ankétot június 18—19-én fogják megtartani.

Végül a vezetőség megvizsgálta a jelentkezőket s közülök 65 tag jelentkezését fogadta el.

A következő ülés időpontjául július 29-ét tűzték ki s *Pilter Pál* elnök megköszönve az élénk vitát az ülést bezárta. *Á. F.*

A Kohászati Történeti Bizottságtól kapott tájékoztatás szerint a Ganz Törzsgyár (Budapest, II., Ganz-u. 13/a) telephelyét és épületeit a közeli hetekben műemléknek nyilvánítják.

A telepen fogják elhelyezni a két fontos melegalakító iparág az öntészet és a kovácsolás múzeumát.

Latinák István

Kísérletek bauxitoknak hidrometallurgiai úton való vastalanítására

MOLNÁR LAJOS
tudományos munkatárs

DK 622.349.2 : 622.75/76 : 669.1

A magyar bauxitok aránylag sok, átlagosan mintegy 20% Fe_2O_3-ot tartalmaznak. A bauxitjainkban levő vas mennyiségének gazdaságos kinyerése számottevően enyhítené országunkban a vasérchiányt. Olyan komplex eljárásra van tehát szükség, mely a bauxitok Al_2O_3-tartalmának maximális kinyerése mellett vastartalmuk hasznosítását is biztosítja. Mivel alumíniumoxid gyáraink Bayer-eljárással dolgoznak, ezt az eljárást kell célszerűen kiegészíteni olyan elemekkel, melyek lehetővé teszik az alumíniumoxidra feldolgozott bauxit vastartalmának hasznosítását is.

Hazánkban jelenleg a bauxitok vastartalmát az alumíniumoxid Bayer-módszerrel végzett kinyerése után visszamaradó vörösiszapból nagyolvasztóban, vagy a Krupp—Renn eljárás szerinti kohósítással igyekeznek hasznosítani [1]–[3].

A vastartalom hasznosításának másik lehetősége, hogy a kiinduló nyers bauxitból először a vasoxidot vonjuk ki jól feldolgozható alakban és összetételben, majd az így vastalanított bauxitot dolgozzuk fel alumíniumoxidra a Bayer-eljárással. A vastalanított, illetve a kevés vasoxidot tartalmazó bauxitok a Bayer-eljárással gazdaságosabban dolgozhatók fel. Ennek bizonyítására nézzük a következő példát:

10 és 6 modulú eredeti és 80%-os hatásfokkal vastalanított bauxitból [1] a Bayer-feltárás során visszamaradó vörösiszap és kis vastartalmú iszap összetételét az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

10 és 6 modulú bauxitból származó vörösiszap összetétele

Bauxit	Modul	Iszap összetétel, %				
		Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Na_2O	Egyéb
Eredeti	10	18,8	12,5	48,0	8,7	12,0
Vastalanított	10	30,5	20,5	15,5	14,1	19,4
Eredeti	6	21,6	16,7	40,1	11,6	10,0
Vastalanított	6	31,8	24,5	11,9	17,1	14,7

A 10 modulú vastalanított bauxitból nyert iszap mennyisége a vasat teljes mennyiségben tartalmazó vörösiszap súlyának 62%-a. Ennek arányában csökken a kimosáshoz szükséges mosóvíz mennyisége is, ami önköltségcsökkenéssel jár.

A 6-os modulú bauxit iszapjából gazdasági okokból fontos az Al_2O_3 és Na_2O kinyerése, ami pl. szóda-meszes zsugorítással megoldható. Az ilyen vastalanított bauxit iszapjának mennyisége a bauxit teljes vasmennyiségét tartalmazó iszap súlyának 68%-a. A nagy hőmérsékleten kezelendő anyag mennyisége tehát ennek megfelelően kevesebb. Ezenkívül az ilyen zsugorítás közben a nagy Fe_2O_3-tartalom által okozott eljárási nehézségek is elmaradnak.

Kis vastartalmú ércek (agyagok, bauxitok) vasoxid-tartalmának eltávolítására több eljárás ismeretes, de nagyiparilag még egyiket sem vezettek be. Néhány ilyen eljárást röviden a következőkben ismertetünk.

Dr. Papp [4] a bauxitok vastalanítását autoklávban 140 C°-on H_2SO_4 és SO_2-gáz segítségével végzi. A kezelt bauxitban 3—6% vasoxid marad vissza. Az eljárás hátránya, hogy a kapott vasszulfát megbontása csak nagyobb hőmérsékleten lehetséges, ezért a körfolyamat megvalósítása nehézkes.

Dr. Horváth és *Wieder* [5] $(NH_4)_2SO_4$-el távolítják el a bauxit vasoxid-tartalmát. Eljárásuk a következő: megtört bauxitot 400—600 C°-on redukáló atmoszférában pörkölnek. Az Fe_2O_3 ekkor FeO-vá, illetve fémvasszemcsékké redukálódik. Ezt a terméket ammóniumszulfát oldattal főzik, amikor vasszulfát és ammónia képződik. Az ammóniát felfogják, majd a vastalanított bauxittól elválasztott vas(II) szulfátot ($FeSO_4$) oldatba vezetik. Ekkor az ammóniumszulfát regenerálódik és vashidroxid válik le.

Ha a lecsapáskor CO_2-t is vezetnek az oldatba, jól szűrhető vaskarbonát ($FeCO_3$) keletkezik. A vaskihozatal 70% körül mozog.

Aradi és *Héjja* [6] a vörösiszap titántartalmának dúsítása céljából klórozási kísérleteket és erre számításokat végeztek. HCl-gázzal kedvező esetben a bauxit-tartalmának 80—90%-a klórozódott és eltávolítható volt.

Kangró [7] az Fe_2O_3 sósavas klórozásával foglalkozott. Ilmenitből távolította el a vasat, ugyancsak a titán tartalom dúsítása érdekében.

Schäfer [8] a vasoxid sósavgázos klórozásának egyensúlyi értékeit kísérletileg is meghatározta.

Mindegyik klóros, illetve sósavgázos vastalanítási módszer közös hátránya, hogy nem ad jó megoldást a reagens visszanyerésére.

A Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott és szabadalmaztatott eljárásunk [9] alapjában véve szintén sósavas vastalanítási eljárás. Legfőbb előnye az aránylag kicsi kezelési hőmérséklet és az egyszerű, igen jó hatásfokú reagens-visszanyerés. Ezeket az előnyöket az NH_4Cl klórozóanyagként való használata biztosítja. A szilárd NH_4Cl ugyanis melegítés hatására 337 C°-on az alábbi reakcióegyenlet alapján szublimál és disszociál [10]:

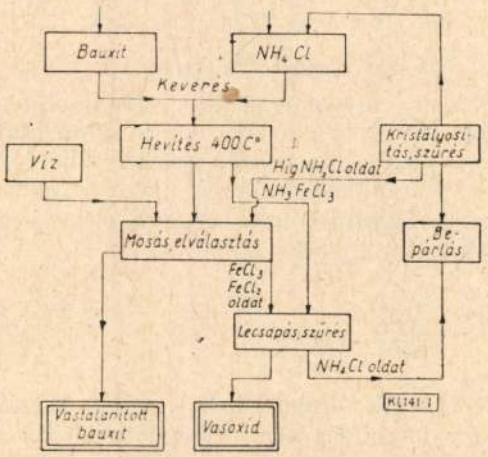
$$NH_4Cl = NH_3 + HCl - 42\,080 \text{ gcal/gmol}$$

Ha őrölt bauxit és kristályos ammóniumklorid keverékét hevítjük, a disszociáció során keletkezett sósav a bauxit vasoxid-tartalmát $FeCl_3$-dá, illetve részleges redukció miatt $FeCl_2$-vé klórozza.

E vaskloridok és a felesleges ammóniumklorid a bauxit mellől vízzel kioldható. Az így nyert vasklorid-oldatokat a disszociáció során keletkezett NH_3 vizes oldatával (NH_4OH) egyesítjük. Ekkor az alábbi reakciók játszódnak le:

$$FeCl_3 + 3\,NH_4OH = Fe(OH)_3 + 3\,NH_4Cl$$
$$FeCl_2 + 2\,NH_4OH = Fe(OH)_2 + 2\,NH_4Cl$$

Folyamatos üzemben az ammónia külön elnyeletésére nincs szükség, mert a fenti reakciók akkor is lejátszódnak, ha ammónia gázt a vaskloridok vizes oldatába vezetünk be. Az ammóniumklorid mindkét esetben vashidroxidok keletkezése közben regenerálódik. A szilárd só visszanyerése a keletkezett vashidroxidok — illetve a tapasztalatok szerint ezekből képződött mágnesezhető fekete csapadék – eltávolítása után visszamaradó oldatból bepárlással és kristályosítással könnyen megvalósítható. Mivel a jelenlevő vegyületek oldhatóságai igen jók (90 C°-on 90 g $FeCl_2$/ 100 ml H_2O, 480 g $FeCl_3$ /100 ml H_2O, 72 g NH_4Cl/100 ml H_2O), koncentrált oldatokkal lehet dolgozni. Az NH_4Cl-es bauxit-vastalanítás folyamata az *1. ábrán* látható.



1. ábra. A bauxitok NH_4Cl-es vastalanításának elvi folyamata

Az NH_4Cl-es vastalanítás elvi alapjai

A bauxitok ammóniumkloridos vastalanításának vizsgálatait a következő megfontolások alapján terveztük :

Az NH_4Cl 340 C° alatti hőmérsékleten csak igen lassan szublimál, ezért kellő mértékű vastalanításhoz hosszú idő szükséges. Túl nagy hőmérséklet viszont a következő okok miatt már hátrányos :

1. Az NH_4Cl igen gyorsan szublimál és kiáramlik a rendszerből. A klórozás hatásfoka tehát a reakcióidő rövidsége miatt romlik.

2. A keletkezett $FeCl_3$ az alábbi reakció egyenlet szerint termikusan bomolhat

$$2\ FeCl_3 = 2\ FeCl_2 + Cl_2$$

E termikus bomlás [11] 448 C°-on még nem jelentős. 518 C°-on az $FeCl_3$-nak 1/10-e bomlik el $FeCl_2$-vé.

Az $FeCl_3$ [11] bombacsőben 400—420 C°-on NH_4Cl-el a következő egyenlet szerint reagál :

$$3\ FeCl_3 + NH_4Cl = 3\ FeCl_2 + 4\ HCl + N$$

A jelenlevő NH_3 miatt valószínűleg nagyobb a jelenlevő $FeCl_2$ mennyisége. Ez hátrányos, mert *Wolfram* [11] szerint 490—530 C°-on az $FeCl_2$ és az NH_3 között az alábbi reakció játszódhat le :

$$3\ FeCl_2 + 8\ NH_3 = 3\ Fe + 6\ NH_4Cl + 2\ N$$

Az $FeCl_3$ nedvesség hatására is elbomolhat :

$$2\ FeCl_3 + 3\ H_2O = 2\ Fe_2O_3 + 6\ HCl$$

Ha a hevítés hőmérsékletét helyesen állapítjuk meg, a vastalanítás sebessége megfelelő, míg a jelzett mellékreakciók lejátszódásának valószínűsége igen kicsi.

Az NH_4Cl-es vastalanítás célszerű hevítési hőmérsékletének meghatározására irányuló kísérleteinket — az előzőek figyelembevételével — 350, 390, 420, 450, 490 C°-on végeztük el. Kísérleteinkben a nedvesség hatására lejátszódó bomlás elkerülése végett 450 C°-on 2 órán át pörkölt, H/1 jelzésű alábbi összetételű bauxitot vastalanítottuk :

	Nyers bauxit	Pörkölt bauxit
Al_2O_3 %	49,2	54,8
Fe_2O_3 %	23,5	26,6
SiO_2 %	8,8	10,0
TiO_2 %	2,3	2,5
Izz. v. %	14,0	5,2

A későbbi kísérletek folyamán kiderült, hogy a bauxitok előpörkölésére nincs szükség, mert a nyers bauxit is olyan mértékben vastalanítható, mint a pörkölt.

Az NH_4Cl mennyiségének kiszámítására az alábbi reakcióegyenlet szolgált:

$$Fe_2O_3 + 6\ NH_4Cl = 2\ FeCl_3 + 6\ NH_3 + 3\ H_2O$$

A vastalanításhoz szükséges NH_4Cl mennyiségének meghatározásához különböző súlyarányú bauxit : NH_4Cl keverékeket készítettünk.

A bauxit : NH_4Cl keverék két módon készíthető el :

1. Az őrölt bauxitot kristályos NH_4Cl-el keverjük,

2. A bauxithoz koncentrált oldat alakjában adjuk az NH_4Cl-t, majd a keveréket megszárítjuk.

A 2. szerint készített keverék, mely feltehetően homogénebb volt, vastalanítás szempontjából nem adott jobb eredményt. Kísérleteinkhez ezért a laboratóriumi körülmények között egyszerűbben elkészíthető, előzőleg 900-as szitafinomságúra őrölt pörkölt bauxitból és *puriss* tisztaságú, kereskedelmi őrölt NH_4Cl-ből készített keverékeket használtunk.

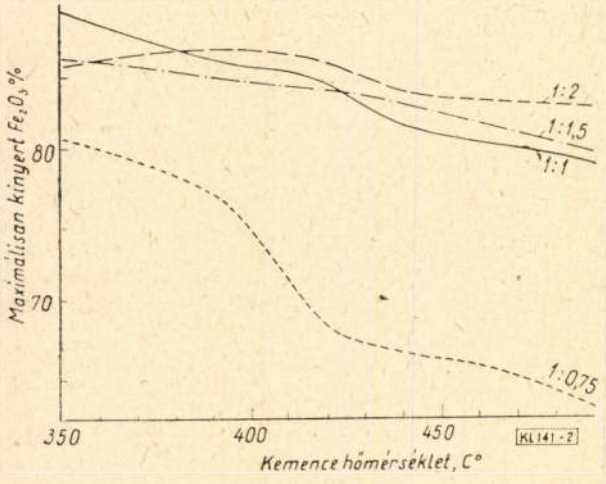
Az NH_4Cl-es vastalanítás kísérleti eredményei

A kísérleti módszer

A vastalanítási kísérletekhez hőfokonként és keverékenként 6—6 előzőleg lemért és megjelölt kémcsőbe 23—25 g bauxit : NH_4Cl keveréket mértünk be. A célszerű hevítési idő meghatározására így hat időpontban volt lehetőségünk mintát venni. A bemérés után a kémcsövek végét azbesztkoronggal zártuk le, melyen kis nyílást fúrtunk, hogy a keletkező gázok szabadon eltávozhassanak. Ezt a kis azbesztkorongot vízüveges kaolinnal rögzítettük.

A kémcsöveket az előzőleg megfelelő hőmérsékletre felfűtött 2 kW-os tokos kemencébe az e célra készített tálcán egyszerre tettük be. A kémcsövek úgy helyezkedtek el, hogy a kemence belső hőmérsékletének jelentősebb változása nélkül a

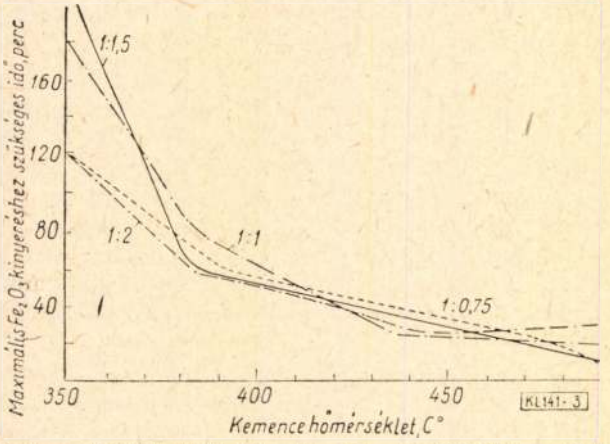
gázelszívó nyíláson keresztül a kívánt időpontban kiemelhetők voltak. A kiemelt kémcsöveket lehűlés után mértük, hogy a bemért anyag súlycsökkenését megkapjuk. A visszamaradt bauxit-NH_4Cl-vasklorid elegyet a kémcsőből kiürítettük és 100 ml desztillált vízzel jól felkeverve vákuumszűrőn leszűrtük. A vastalanított bauxitot a szűrőn újabb 100 ml desztillált vízzel kimostuk, majd 105 C°-on való szárítás és az ezt követő súlyvisszamérés után a vastalanítás mértékének megállapítása céljából elemeztük. A kísérletek adataiból szerkesztettük meg a 2. és 3. ábrát [1].



2. ábra. A különböző súlyarányú bauxit : NH_4Cl keverékek hevítésekor a kemence hőmérséklet és a kinyert Fe_2O_3 összefüggése

A *2. ábrán* láthatjuk, hogy a vastalanítás 420 C° alatt a legnagyobb mértékű. Az NH_4Cl-t kb. kétszeres sztöchiometriai feleslegben célszerű használni. Ekkor a bauxit/NH_4Cl keverékarány 1 : 1 volt. Nagyobb felesleggel nem kapunk számottevően jobb vastalanítást, kisebb felesleggel azonban a vaskihozatal romlik.

A *3. ábrán* a reakciósebesség hőfokfüggése látható. Az ábra mutatja, hogy 380—420 C°-on a vastalanítás sebessége megfelelő. A 2. ábrával összevetve láthatjuk, hogy e hőfoktartományban a vastalanítás hatásfoka is jó.



3. ábra. A különböző súlyarányú bauxit-NH_4Cl keverékek hevítésekor a kemence hőmérséklet és az Fe_2O_3 kinyerés idejének összefüggése

A bauxit : NH_4Cl = 1 : 1 keverékaránnyal a különböző hevítési hőmérsékleten kapott eredményeket a *2. táblázaton* közöljük.

2. táblázat

A különböző hevítési hőmérsékleten kapott vastalanított bauxit összetétele

Hőfok C°	Hevítés ideje, perc	Vaskihozatal, %	A vastalanított bauxit összetétele, %					
			Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Izz. v.	Cl
350	180	89,1	70,0	13,6	3,9	3,3	6,7	0,9
385	80	86,8	69,0	12,6	4,4	3,3	8,2	0,8
415	45	85,1	68,8	12,5	4,9	3,0	8,3	0,6
440	25	81,8	69,9	12,4	6,2	3,3	7,4	
490	20	79,2	66,8	12,6	6,9	3,3	7,8	

A vasoxid termék összetétele

Néhány mosófolyadékot NH_4OH-val lúgosítottunk. Ekkor az oldatból fekete színű csapadék vált le, mely felmelegítve mágnesezhető és jól ülepedő tulajdonságú. Egy ilyen csapadék kimosása és szárítása után végzett elemzés adatai százalékban a következők :

Fe_2O_3	96,5
Al_2O_3	1,4
SiO_2	0,3

A vasoxid termék Al_2O_3- és SiO_2-tartalma a szűrőn valószínűleg átjutott és feltehetően a vasklorid oldatban lebegő bauxitból ered. Megerősíti ezt a feltevést az a tény, hogy az Al_2O_3 és SiO_2 aránya a vasoxidban kb. megegyezik a vastalanított bauxit modulusával. Az NH_4Cl-es vastalanítási módszer nagy előnye, hogy a kinyert vasoxid — mint az elemzéséből látható — igen tiszta. Az ilyen termék előnyösen használható nagytisztaságú fémvas előállítására, acélgyártási, pormetallurgiai, kémiai és egyéb célokra is.

Különböző összetételű bauxitok vastalanítása

A kapott eredmények alapján különböző összetételű bauxitok vastalanításának lehetőségét is megvizsgáltuk. Az NH_4Cl-t e kísérletekhez kétszeres sztöchiometriai feleslegben használtuk. A vastalanítást 350, 400, 450 C°-on végeztük. A keverékek elkészítése, a kísérleti módszer és a körülmények azonosak voltak az előzőkben ismertetett megoldással.

A következő %-os összetételű bauxitokat vastalanítottuk :

Jelzés	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	Izz. v.
151	42,8	12,9	19,3	2,3	16,3
143	32,1	18,2	32,5	2,4	12,3
401	50,2	24,1	7,0	2,4	12,8

A legkedvezőbben vastalanított termékek elemzési és egyéb adatai mindhárom hevítési hőfokra vonatkozóan a *3. táblázatban* láthatók [12].

Az adatok bizonyítják, hogy bármilyen összetételű bauxit vastalanítható az eljárásunkkal. A sok SiO_2-t tartalmazó bauxitokban azonban az

A legkedvezőbben vastalanított bauxitok elemzése

3. táblázat

Bauxit jele	Hev. idő perc	A vastalanított bauxit összetétele, %						Vaskihozatal, %
		Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	Izz. v.	Cl	
Hevítési hőmérséklet 350 C°								
151	180	54,8	3,6	24,1	3,0	14,2	0,3	77,7
143	180	37,5	6,5	39,2	2,8	13,6	0,1	70,8
401	180	66,4	3,9	9,7	3,0	14,5	0,2	88,6
Hevítési hőmérséklet 400 C°								
151	120	53,6	4,5	23,6	3,0	13,6	0,1	71,5
143	120	38,8	6,1	39,2	3,0	13,6	0,2	72,6
401	120	66,0	4,3	9,7	3,0	13,7	0,2	87,5
Hevítési hőmérséklet 450 C°								
151	50	53,8	5,6	23,6	2,8	12,6	0,3	65,0
143	50	37,5	6,3	38,9	2,8	12,6	0,1	71,6
401	50	66,6	4,5	9,7	3,0	11,6	0,2	86,8

NH_4Cl-es kezelés után visszamaradó Fe_2O_3 mennyisége nagyobb.

Az NH_4Cl veszteségek meghatározása

Az NH_4Cl veszteségek meghatározására is végeztünk kísérleteket. Az elvégzett vizsgálatok körülményeit a következőkben ismertetjük.

Mivel a nikkelt a vastalanítás során keletkező termékekkel szemben ellenállónak találtuk, 1 mm vastagságú nikkel lemezből olyan dobozokat készítettünk, melyeknek csak egy, 1 cm átmérőjű kivezető csövük volt. A különböző méretű dobozokat nyers H/1-es bauxit, és kristályos NH_4Cl 1 : 1 súlyarányú, mért mennyiségű keverékével töltöttük meg. A keveréket tartalmazó dobozt elektromos fűtésű tokos kemencében helyeztük el és 420 C°-on 120 percig hevítettük. A hevítés hatására eltávozó gázokat vastag üvegcsövön veszteség nélkül elszivattuk. A felesleges NH_4Cl és a kevés illó $FeCl_3$ az üvegcsőben kondenzált, az NH_3-t vizes elnyeletőkben fogtuk fel. A hevítés befejezése után a lehűtött dobozból a visszamaradt terméket kiszedtük és a vaskloridokat vízzel kioldottuk. A vastalanított bauxitot az oldattól elválasztottuk. Az üvegcsövet és az elnyelető rendszert is vízzel kimostuk, majd a kapott oldatokat egyesítettük. Ekkor az NH_4OH hatására az ismertetett fekete csapadék vált le, míg az NH_4Cl regenerálódott. A csapadék szűrése és kimosása után visszamaradó oldatban titrálással meghatároztuk az NH_4Cl mennyiségét. Az NH_4Cl formaldehiddel ugyanis a következőképpen reagál [13] :

$$4\ NH_4Cl + 6\ HCHO = C_6H_{12}N_4 + 6\ H_2O + 4\ HCl.$$

Tehát hexametiléntetramin és minden NH_4Cl molekulából egy mol HCl képződik. Ezt n. NaOH-val titráltuk, ebből kiszámítottuk a visszanyert NH_4Cl mennyiségét. E módszer ellenőrzéséül szárazrapárlási kísérleteket is végeztünk. Az így kapott NH_4Cl súlyok jól egyeztek a titrálás alapján számítottakkal.

Úgy látszik, hogy a sok SiO_2-t tartalmazó bauxitok nem vastalaníthatók olyan mértékben, mint a jobb modulusúak. Az eredményeket a *4. táblázat* tartalmazza.

4. táblázat

Az NH_4Cl veszteségek meghatározásának eredményei

Bx : NH_4Cl 1 : 1	Hevítési maradék	Mosott bx	Kapott vasoxid	Regenerált NH_4Cl	NH_4Cl veszt.	Vastalanítás
	g				%	
130	88,5	48,4	14,2	62,8	3,4	83,8
300	203,6	114,3	32,8	146,7	2,2	63,2
980	665,0	374,0	107,0	481,0	1,8	84,1

Látható, hogy az NH_4Cl-veszteség csökken a hevített keverék mennyiségének növekedésekor. Az eredményekből 2% NH_4Cl-veszteség látszik valószínűnek.

Az NH_4Cl veszteség egy része az alábbi megfontolások alapján valószínűleg NH_3 bomlásából ered.

A vasoxid termék mágnesezhető, röntgenelemzések szerint magnetit szerkezetű. Tehát a bauxit vasoxidtartalmának egy részét redukált alakban kaptuk. Ha a kinyert vasoxid magnetit ($Fe_3O_4 = Fe_2O_3 + FeO$), akkor 1 t Fe_2O_3-ból 334 kg FeO-vá redukálódott, ami 300 kg FeO-nak felel meg. Az NH_4Cl-es bauxit vastalanítása során a kétvegyértékű vas az alábbi reakcióegyenletek alapján keletkezhet :

$$3\ FeCl_3 + NH_4Cl = 3\ FeCl_2 + 4\ HCl + N$$
$$3\ Fe_2O_3 + 2\ NH_3 = 6\ FeO + 3\ H_2O + 2\ N$$

Bármelyik egyenlet alapján számolva 300 kg kétvegyértékű vasoxid keletkezésekor 23,8 kg NH_3 bomlik el. Ez 75 kg NH_4Cl veszteségnek felel meg. A mosási veszteségeket hozzáadva igen jól megközelítjük a kísérletekkel kapott 2%-os értéket [14].

Összefoglalás

Ez az eljárás a bauxitok vasoxid-tartalmát NH_4Cl-es kezeléssel vonja ki. Legfőbb előnye az aránylag kis kezelési hőmérséklet és a reagens egyszerű, jó hatásfokú regenerálása. A bauxitok NH_4Cl-el szakaszos és folyamatos üzemben is vastalaníthatók.

Vastalanítás után a bauxit csak 3—6% Fe_2O_3-t tartalmaz. Ez gazdaságosabban dolgozható fel Al_2O_3-ra, mint a nem vastalanított bauxit.

A bauxitból kinyerhető vastermék 96,5% Fe_2O_3-ot tartalmaz. A vaskihozatal 70—90%.

IRODALOM

[1] Fémipari Kutató Intézet Timföldtechnológiai Osztályának 1962. évi zárójelentése.
[2] *Dr. Magyarossy I.—Skuteczki E.:* Vörösiszapok előkészítése kohósításra, Fémipari Kutató Intézet közleményei VI. 91. o. (1962) Bp.
[3] *Dr. Dobos Gy.—Bartha L.—Bogárdi E.:* Magyar szabadalom 146, 434 (1958).
[4] *Dr. Papp J.:* Magyar szabadalom 129, 334, 130, 857 (1938).
[5] *Dr. Horváth Z.—Wieder N.:* Bauxitok vastalanítása hidrometallurgiai úton, Kohászati Lapok 11. 179. o. (1956).
[6] *Aradi A.—Héjja A.:* Néhány újabb dúsítási irány a TiO_2-tartalmú bauxit eredetű nyersanyagoknál. Fémipari Kutató Intézet Közleményei I. 409. (1956).

[7] *Kangro, W.:* 631, 842 (1936) és 666, 352 (1938) D. R. P.
[8] *Schäfer, H.:* Untersuchungen am System Fe_2O_3—$FeCl_3$—H_2O—HCl. Die Einwirkung von Chlorwasserstoff auf Eisenoxid und die Auswertung der Reaktionsgleichgewicht Z. Anorg. Chem. 259 53 (1948).
[9] *Molnár L.—dr. Zámbó J.—Oswald Z.—Solymár K.:* Eljárás különböző vastartalmú anyagok, különösen bauxitok feldolgozására. Magyar szabadalom 150471. sz. (1962).
[10] *Römp:* Vegyészeti Lexikon I. Bp. (1960).
[11] *Gmelins:* Handbuch der Anorganischen Chemie System No. 59 Eisen B. Berlin (1932).
[12] *Molnár L.:* Bauxitok vastalanítása NH_4Cl-es kezeléssel. Veszprémi Vegy. Egyetem Diplomadolgozat (1963).
[13] Enciklopedia of Chemical Technology I. kötet 815. o. New York (1952).
[14] *Molnár L.:* Az NH_4Cl-es vastalanítás anyagmérlege. Dolgozat, Fémipari Kut. Int. Bp (1963).

Egyesületi hírek

Egyesületünk szakosztályait érintő közös problémák megbeszélésére *Óvári Antal* főtitkár a szakosztály vezetőit 1964. június 9-én összehívta. A megbeszélésen megjelentek a szakosztályok részéről *Köves Elemér Pilter Pál, Tamássy István* szakosztályi elnökök, *Gruber Imre* titkár, *Árkos Frigyes* főszerkesztő. A bizottságok részéről *Bóday Gábor, Bubics György, Hauer Alfréd, dr. Martos Ferenc, Pőcze László, Szabó László, dr. Székely Lóránd, Vissi Géza.*

Óvári Antal főtitkár üdvözölte a megjelenteket, kifejtette, hogy az egyesület taglétszáma meghaladta a 3500 főt. Az egyes szakosztályok elfoglaltsága oly mértékig megnőtt, hogy egymásról mind kevesebbet tudnak, s ezért helyesnek tartja a vezetőség, ha a szakosztályközi bizottságok vezetői és a szakosztályvezetők évi két ízben találkoznak a közös problémák és feladatok megvitatására. A jelen tanácskozás az első ilyen összejövetel.

Kérte az egyes bizottsági vezetőket, hogy ismertessék a bizottságok munkáját, gondjait s jövő terveit.

Elsőnek *Bubics György* az alapszabály-bizottság vezetője ismertette a bizottság helyzetét, mely erősen rövidítve kb. a következő : A háború előtti alapszabályokat a legutolsó közgyűlés erősen megváltoztatta, de azóta az egyesületi tevékenység a gyors fejlődés folytán tetemesen tovább nőtt, az igények már a jelenlegi alapszabályokat is meghaladták s így újabb javaslatot kell készíteniök. Erre égetően szükség van, hisz tagjaink 75%-a ma már vidéki, az ország különféle ipari gócpontjaiban él. A módosító tárgyalásokat már megkezdték s mihamarabb igyekeznek a javaslatokat tető alá hozni.

Ezután *dr. Székely Lóránd* röviden ismertette azokat a javaslatokat, melyeket a bizottság a Művelődési Minisztériumhoz eljuttatott s melyek osztatlan elismerésre találtak. A különböző szakosztályi javaslatokat néhai *Sári Vince* foglalta össze egy egységbe. Foglalkozik a bizottság a reform eredményének értékelésével, az élet és az iskola kapcsolatával, az oktatás korszerű szinten tartásával, a tanerőproblémával, a szakmérnökképzés kérdéseivel, a mérnök továbbképzéssel, a vidéki mérnökképzéssel és tanfolyamokkal stb.

A következőkben *Pőcze László* a külügyi bizottság vezetője számolt be az operatív átfogó rendszerű munkáról. Az egyesületnek önálló ily irányú tevékenysége eredményes. Kilenc hónapos részletes programot dolgoztak ki, mely felöleli a társas bel- és külföldi utazásokat, a konferenciákon, rendezvényeken való kölcsönös együttműködést, előadócseréket. A demokratikus államok közül hárommal szerződést kötöttünk s nyugati államok felé is kezdődtek tárgyalások.

Szabó László a kulturális bizottság vezetője közölte, hogy kezdetnek közöstémájú rendezvényeket kezdeményeztek. Igen nagy sikerű soproni, selmeci város ismertetést bonyolítottak le jól sikerült klubest keretében. Most van előkészítés alatt egy miskolci városismertetéssel egybekötött klubest is A jövőben is rendszeresen kívánnak általános érdeklődést kiváltó kulturális rendezvényeket tartani.

Ezután *Vissi Géza* a Kiadvány bizottság vezetője említette, hogy a bizottsága szervezés alatt van s az ankétok, rendezvények anyagának összeszedése nehéz, mihez több bizottsági lelkes tagra lenne szüksége. Az összeszedett anyagot rendezetten a könyvtár rendelkezésére fogják bocsátani, részben a szaklapjaink főszerkesztőihez, illetve szerkesztő bizottságaihoz fogják eljuttatni.

Bóday Gábor a könyvtár helyzetét ismertette s a könyvtár bizottság nehéz és áldozatos munkájáról szólt közismert szerénységével. A beszerzéseket rendkívül gondos mérlegeléssel intézik s a tagoktól kapott s vásárolt hagyatékok rendezése igen nagy munkát jelent. Ma már mind többen keresik a könyvtár könyveit, s a Széchényi Könyvtáron át is elég nagy a kölcsönzési forgalom. A könyvek regisztrálása és katalogizálása folyik. Szándékukban van a szaklapjainkban a könyvtár változását, gyarapodását rendszeresen ismertetni.

Hauer Alfréd a folyóirat-forgalmat ismertette s joggal nehezményezte, hogy a záratlan állványokról, szekrényekből kölcsön elvisznek folyóiratokat, melyeknek egy része nem kerül vissza, s így egyes évfolyamok nem köttethetők be s emiatt hiányos a könyvtár. Főként a Stahl und Eisen évfolyamai hiányosak.

Dr. Martos Ferenc az érembizottság vezetője mondta el a bizottság munkájának helyezetét. A közgyűlés elfogadta a Pécb Antal-emlékérem alapítását. Az érem kidolgozásához szükséges adatokat felkutatták s a Pénzverő által javasolt éremtervező művésznek rendelkezésre bocsátották. Az érem mintát így rövidesen megkapják s vitára bocsátják.

A bizottság az elnökség elé akar terjeszteni egy javaslatot, hogy az egyesületért dolgozó aktivistákat egy jelvénnyel lássák el. A javaslatot azért terjesztik elő, hogy az önzetlen munka elismerést kapjon. Annak érdekében, hogy a közösségért végzett munkának külső jele legyen a bányász és kohász szimbólumokból egy koszorúval övezett jelvényt terveznek, mely az egyesület alapításának évszámát is tartalmazná.

Az egyesület szimbólumaként egy új jelvényt is szándékoznak terveztetni, amely szabályos jelvényrészekből fog állni s amit az egyesület tagjai viselhetnek a mai nem szabályos jelvény helyett.

Ezután a hozzászólások következtek. Mind az ismertetések, mind a hozzászólások több értékes javaslatot tartalmaztak, melyek mind a bizottsági munkában, mind a főtitkári szervezésben hasznosan értékesíthetők.

Végül *Óvári Antal* főtitkár röviden összefoglalta az eredményt s megköszönte a sok fáradságot s jó tanácsot.

Á. F.

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja május havi klubnapját 9-én tartotta Egyesületünkben.

A klubnap keretében *Pöhm György* okl. gépészmérnök tagtársunk „Kovácskalapácsok és sajtók szerkezetének befolyása a megmunkás pontosságára" című előadásában érdekesen világított rá arra, hogy a pontos medvevezetés milyen fontosságú, a süllyesztékes kovácsdarab pontossága szempontjából.

Érdekes és jól érthető volt a kalapácsok és sajtók alatt excentrikus ütések alkalmával fellépő gépállványdeformációk ismertetése is.

Az előadás elhangzása után a feltett kérdésekre az érdeklődők szakszerű válaszokat kaptak.

Latinák István

Állóeszközök felújításának és értékelésének problémái a kohászatban*

LONGA ELEMÉR

DK 669 : 658.152 : 658.589

Az egész világon folyó versenyben a termékek gazdaságos előállításának alapfeltétele az állóeszközök termelékenységének növekedése, maximális kihasználásuk, élettartamuk növelése, illetve termelőképességük legkorszerűbb szinten tartása. Nem közömbös tehát az állóeszközök amortizációja. Ennek a kérdésnek különös súlya van nálunk, mert népgazdaságunkban aránylag kevés az egészen korszerű létesítmény, az elmúlt rendszer és a háborúk örökségeképpen meglehetősen régi és kis termelékenységű berendezéseink vannak. Ugyanez a helyzet a kohászatban is. Igaz, hogy van egy dunaújvárosi — a többiekhez viszonyítva — korszerű létesítményünk, még néhány nagyobb új beruházásunk, de ezek össztermelésünk egyharmadát sem adják, tehát az állóeszközök tekintetében nálunk is kedvezőtlen a helyzet.

Hozzájárul még ehhez az is, hogy a kohászati állóeszközök utánpótlási költsége rendkívül nagy, egy-egy beruházás a népgazdasági források jelentős részét leköti. Beruházási lehetőségeink korlátozottsága és állóeszközeink állapota a kohászat vezetőinek figyelmét a felújítások fontosságára irányította. Megállapítottuk, hogy állóeszközeink elhanyagoltak, kis termelékenységük akadályozza a gépipar fejlesztését előirányzó, a kohászattól megkívánt program megvalósítását.

Állóeszköz-gazdálkodásunk felülvizsgálata során kitűnt, hogy a hibák két okra vezethetők vissza :

Az egyik ok az, hogy a kohászati berendezések többségének életkora 40—60 év között van, a másik pedig az, hogy a vállalatok nem végzik el még a szükséges felújításokat sem.

Nézzük meg közelebbről az első okot, az állóeszköz-állomány avultságát.

Itt természetesen a beruházási keretek elégtelensége a döntő tényező — hozzátehetjük, hogy sokszor devizális okok miatt —, de nem szabad elhanyagolni azt a két akadályt sem, melyet a selejtezések eddigi rendszere és egy új berendezés üzembeállításával kapcsolatos gondok jelentenek. E két körülmény miatt állhatott elő az a helyzet, hogy a vállalatok nem érdekeltek kellőképpen az avult állóeszközök kiselejtezésének és felfrissítésének szorgalmazásában. A következőkben csak a gazdálkodást helytelen irányba terítő főbb akadályokról beszélek.

Az állóeszközök kiselejtezése után a vállalatok térítést nem kapnak, a maradványértéket be kell fizetniök és az eredmény terhére elszámolniok. Az ebből eredő veszteség a kohászatban 1962-ben 18 millió Ft volt, bár a vállalatok a szükségesnek csak egészen csekély részét selejtezték ki. Az így keletkező eredményromlást a következő év bázisszámában nem veszik figyelembe, tehát a vállalatnak még ilyen címen sincs előnye a selejtezésből. Elvben az a helyes, ha a vállalatok csak nulla maradványértéken selejteznek.

A gyakorlatban azonban ez megoldhatatlan. Részben azért, mert a leírási kulcsok túl kicsinyek, közel sem érik el a tényleges szükségletet és egyáltalán nem fedik az amortizáció mértékét. Így a berendezés sokkal előbb lesz használhatatlan, mielőtt teljes egészében leírásra kerülhetne, továbbá pedig azért, mert új eljárás — ritkább esetben — korszerűsítés stb. miatt nem mindig várható ki az az időpont, amikor a maradványérték nullára csökken.

Akadályozza a selejtezést az a körülmény is, hogy az állóeszközök pótlása kerethiány, vagy importnehézség miatt nem mindig biztosított. Ilyen esetben inkább rossz hatásfokkal, költségesebb módon dolgozó állóeszközöket tartanak üzemben, semhogy a gyártás leállítására kényszerüljenek.

Az értékcsökkenés nem jelentős tényező a kohászati termelési költségek között. Tehát a vállalatok nem kényszerülnek annak vizsgálatára, hogy melyik termelőegység üzeme kifizetődő.

Amit az új berendezések üzembeállításával kapcsolatban mondottam, ugyancsak több okra vezethető vissza.

Az új termelőberendezés üzembeállításának első idejében kísérleti üzem folyik. Ezalatt az új berendezés ismeretlenségéből, a kísérletezésből többlet anyag- és bérköltség származik, melyet megtervezni, a bázisköltségek kialakításakor előre figyelembe venni nem lehet.

Az új gyártási profil kialakítása, melyhez az új berendezést létrehozzák, megváltoztatja a vállalat összes jellemző mutatószámát, melyek prémium-, nyereségrészesedés stb. alapjául szolgálhatnak.

A nyereségrészesedés elbírálásakor az előzőkben vázolt nehézségeket a legritkább esetben ismerik el, sőt amikor a következő évek során a berendezés termelékenyebbé válik, a termelés emelkedéséből eredő többletnyereséget el is vonják.

Amint azt az előzőekben mondottam, az állóeszközök gazdálkodásával kapcsolatos hibák másik oka az, hogy a vállalatok sokszor még a szükséges felújításokat sem végzik el, tehát az amúgy is elavult állóeszközök állapota tovább romlik, termelékenységük csökken, üzembentartásuk mindinkább költségessé válik, különösen az előállított termékek egységére vetítve. Ehhez még hozzá kell tennem azt, hogy a felújítási munkák elhanyagolásában a vállalatok általában vétlenek, mert nem a népgazdaság vagyonának hűtlen kezeléséről van szó, hanem arról, hogy a rendelkezésre álló felújítási keret — a kohászatban — már évek óta nem elegendő.

* Elhangzott előadásként 1963. IX. 7-én

Általában tudott, hogy az iparág a kohászati állóeszközök értékcsökkenési leírásából, a felújítási hányadok alapján képződő kerettel gazdálkodik. Éppen e keret közismerten alacsony szintje miatt a kohászat már hosszú idő óta minden évben költségvetési juttatásra szorul és így is csak a legszükségesebb felújításokat végezheti el.

A hiány okai messzire nyúlnak vissza és négy téma köré csoportosíthatók:

Az állóeszközök bruttóértékével kapcsolatos hibák:

a túlzottan összevont felújítási kulcsokból adódó bizonytalanságok,

az állóeszközök helytelen csoportosítása,

a felújítási költségek emelkedő irányzata.

Vizsgáljuk meg most a felújítási kerethiány alapvető okait.

Azt mondtam, hogy a bruttóérték hibái is hozzájárulnak gondjainkhoz. Az új létesítmények értékére nem gondolok itt, mert ezek nagyjából megfelelnek jelenlegi árviszonyainknak, az 1959 után létesített berendezéseinkre tehát a megállapítás általában nem vonatkozik. Jóllehet ezek között is vannak torz értékek, főleg abból adódóan, hogy a beruházást melyik kivitelező szerv végezte, és a számlák végösszegeinek kialakításakor milyen lehetőségei voltak. Ez legfeljebb az egyes vállalatok azonos kapacitású, rendeltetésű és kivitelű állóeszközeinek összehasonlításában okozhat némi torzulást, a kohászat egészének tekintetében azonban — ahol a különbségek nagyjából kiegyenlítik egymást — nincs döntő jelentősége és nagyságában sem számottevő.

A helytelen bruttóértékek fő oka a többszöri átárazásokban rejlik.

A berendezések nagy többsége már akkor is megvolt, amikor a pengőről áttértünk a forint értékelésre és azóta két alkalommal is újból átszámítottuk az állóeszközök bruttóértékét. Helyénvalóbbnak látszik átszámításról beszélni, mert eddigi módszereinket nem nevezhetjük átértékelésnek. Az esetek többségében bizonyos állóeszköz-csoportokra vonatkozó kulcsokkal dolgoztunk, nem mérlegeltük főbb berendezésenként, de még főbb csoportonként sem az állóeszközök reális értékét a létesítmény kora, kapacitása, vagy egyéb műszaki jellemzője szempontjából, sőt egy esetleg elfogadható reális viszonyítási alaphoz sem hasonlítottunk. Minden egyes ilyen átszorzás tehát a bruttóértékek újabb torzulásához, az arányok eltolódásához vezetett és mindig messzebb kerültünk attól az értéktől, melyet eszközeink a népgazdaságnak a valóságban jelentenek. Mindennek természetes következménye azután, hogy az 1958-ban megállapított leírási kulcsokat nem valóságos állóeszköz-értékre vetítjük, tehát az eredményül kapott értékek sem lehetnek reálisak, még akkor sem, ha az előzőekben említett egyéb hibaforrásoktól eltekintünk. De nemcsak az alapvető értékek irrealitása vezet hibás felújítási hányadhoz, hanem az arányok helytelensége is. Egy valóságos értéken nyilvántartott új beruházásból sokkal nagyobb felújítási keret képződik, mint egy alacsony, helytelen áron szereplő régi létesítményből, holott a régi berendezés felújítási igénye mindig nagyobb, már az elvégzendő munkák gyakorisága miatt is, nem beszélve a felújításokkal egyidőben szükségessé váló korszerűsítésekről, melyeknek fontossága ugyancsak nehezíti helyzetünket.

Az előzőkben már említettem, hogy a felújítási kerethiány másik okát a leírási kulcsokból eredő hibákban találtuk meg. Az érvényben levő leírási kulcsokban ugyanis nem jut kifejezésre a vonatkozó állóeszköz-csoport tényleges felújítási szükséglete. Mondhatom ezt úgy is, hogy adott esetben a felújítási keret a tényleges igénytől függetlenül képződik. Az 1958-ban 190/1958. PM. szám alatt megjelent utasítás határozza meg a kohászatra is érvényes leírási kulcsokat, mindössze 16-féle leírási százalékot ír elő, amiből következik, hogy egy-egy kulcs túlságosan széles körű ahhoz, hogy a keletkezett hányadok a szükségletnek megfelelően alakuljanak. A nagy csoportokra megállapított leírási kulcsok hátránya tehát elsősorban az, hogy egy-egy csoporton belül különböző felújítási igény merülhet fel, mert a berendezések termelési feltételei szerint a kopás mértéke különböző lehet még akkor is, ha az üzembentartás mérvét figyelmen kívül hagyjuk. Néhány példát is mondhatunk mindjárt erre.

A szállítóberendezések közé tartoznak és a vállalati nyilvántartásokban 6,3% felújítási hányaddal szerepelnek a daruk. Természetes azonban, hogy egy martinüzemben munkába állított darut többször kell felújítani, mint egy raktári, vagy rakodótéri, azaz hidegüzemi darut. Mégis mindkettőre azonos felújítási hányad jut. A martinkemencék felújítási költségeinek nagyságában szembetűnő különbségek vannak. A Lenin Kohászati Művekben és az Ózdi Kohászati Üzemekben a kemencéket 340—350 adag leöntése után fel kell újítani. A Dunai Vasmű kemencéi 430—450 adagot is elbírnak. Ezeket az eltéréseket elsősorban a kemencék különböző típusai, más tüzeléstechnikai eljárások és az előállított acél minősége okozza. A Lenin Kohászat háromüstös csapolással, oxigénbefuvatással, valamint a bevitt energia növelésével új eljárást rendszeresített. Az élénkebb kemencejárat, a beolvasztási idő csökkentése, a nagyobb fajlagos hőközlés a kemencefalazat és a vasszerkezetek gyorsabb elhasználódását vonja maga után; a tüzelőanyag: földgáz és olaj. A Dunai Vasmű kemencéinek boltozata függesztett, így a ciklusidőket a meghibásodott kemenceboltozat rendszeres javításával tudják növelni. Olajjal és hideg kamragáz keverékével tüzelnek.

Nehezíti a helyzetet az, hogy a kohászatra jelenleg érvényben levő felújítási rendelet 1955-ből származik és így egyáltalán nem szabályoz olyan kérdéseket, melyekre feltétlenül szükség lenne. Nem foglalkozik a korszerűsítések problémájával, az állóeszközök többségére nem tisztázza azt, hogy milyen munkák minősülnek felújításnak és melyek tekinthetők karbantartásnak, ezenkívül az előírt ciklusidők sem tarthatók minden esetben. A kohászatban jelentős kereteket köt le a martinkemencék felújítása. Az erre előírt ciklusidő a gáztüzelésű kemencékre három év,

az olaj- és vegyes tüzelésűekre két év, amit tartani nem lehet.

Van ugyan külön miniszteri engedélyünk a martinkemencék gyakoribb felújítására, de a kérdés rendezetlensége a Beruházási Bankkal gyakran adott azóta is vitára okot.

Az újonnan megjelent Beruházási Kódex ugyancsak elhanyagolja a kohászat problémáit. Lehetőséget ad ugyan a korszerűsítésekre, de a felújítás és korszerűsítés fogalmát nem határolja el. Pedig ma már szabályként kimondhatjuk, hogy felújítást egyidejű korszerűsítés nélkül elvégezni népgazdasági érdekből nem lenne szabad, mert a felújítási munkák idején lehet a leggazdaságosabban, a legkisebb befektetéssel korszerűbb, termelékenyebb berendezést létrehozni. Igaz tehát, hogy korszerűsítésre a rendelkezések lehetőséget adnak, de ha minden évben elvégeznénk a szükséges felújításokat, korszerűsítésre egyáltalán nem lenne lehetőség.

Ezzel a kitérővel — a különböző karbantartási, felújítási és korszerűsítési fogalmakra, valamint a ciklusidők rendezetlenségére — megmutattam, hogy a túlzottan összevont leírási kulcsokból és rossz bruttóértékekből képzett elégtelen felújítási keret felhasználási tere sem eléggé tisztázott, ami a gazdálkodásban további zavarokat okoz.

Az eddig elmondott nehézségeket még csak növeli az, hogy a berendezéseket állóeszközcsoportokba meglehetősen szubjektív alapon sorolták be, vagy sok esetben aszerint, hogy milyen beruházási keretből fedezték az állóeszköz üzembeállítását. Ha építési keretből, akkor épületnek minősítették még akkor is, ha történetesen kohótestről volt szó. Az állóeszközök ilyen irányú minősítésekor a beruházási keretek által okozott zavar főleg az új létesítményekre állott elő. A Dunai Vasműben számtalan példát mondhatnánk erre.

A szubjektivitás érvényesítésére elsősorban talán mégis az önköltséget alakító szempontok hatása a döntő. A leírási kulcsok szabályozása idején ugyanis a felújításra fordítható összeget még kiutalásra kaptuk és nem volt arról szó, hogy a vállalatok a náluk képződő összegekkel gazdálkodjanak. Sok esetben tehát csoportosítás közben — ha két, vagy több lehetőség között lehetett választani — oda sorolták be az állóeszközöket, ahol a leírási kulcs a legkisebb volt. Ezzel kisebb lett az önköltség leírási hányada, de amikor már az így keletkezett összegekkel gazdálkodni is kellett, komoly bajok jelentkeztek. Ennek a felfogásnak — az okozott problémától függetlenül — sem volt elfogadható értelme, mert a tervezéskor s a bázisszámok kialakításakor a leírási hányad nagysága a vállalati érdekek szempontjából közömbössé vált.

A hibás csoportosításra lehetőséget adott az, hogy a vállalatok valamennyi állóeszközre vonatkozó egységes csoportosítási előírást nem kaptak. Így fordulhatott elő az, hogy azonos rendeltetésű állóeszközök vállalatonként más-más csoportban szerepelhetnek. Van például olyan vállalat, amely annyira hengerelt árura profilozott, hogy ezt a feladatát elnevezésében is magán viseli, állóeszközei között mégsem szerepeltet hengerműveket, hanem csak melegüzemi berendezéseket. Az eddig elmondottakból kitűnik tehát, hogy jelentős kerethiány származhat abból is, ha hibás csoportosításból eredően kisebb leírási kulcsokkal számolunk, mint amire az amúgy sem kielégítő hányadok lehetőséget adnak.

Az előzőkben említettem, hogy a keretek elégtelenségét elősegíti még a felújítási költségek emelkedése. A felújítások költségei a kohászatban egyébként is sokkal nagyobbak, mint más iparágakban. Ehhez azonban hozzájárul még ezeknek a költségeknek fokozatosan emelkedő irányzata is. Okai visszahatnak az eddigiekben már ismertetett problémákra, sőt úgy is mondhatom, hogy az eddig előadottak is hozzájárulnak a költségek emelkedéséhez.

Az állóeszközök korszerűtlen, elhanyagolt állapota évről évre rosszabb lesz, tehát egy-egy felújítás alkalmával az elvégzendő munkák mennyisége nő. Az elmulasztott felújítások a következő időszakban éreztetik hatásukat, ugyancsak azzal, hogy több alkatrész cseréje, több felújítás válik szükségessé. Legdöntőbb azonban itt a korszerűsítési igények állandó növekedése, ami egyre sürgetőbben lép fel. Népgazdasági érdekekre hivatkozva jelenthetem ki, hogy feleslegesen elköltött milliókat, hibás gazdálkodást jelent, ha elavult állóeszközt korszerűsítés nélkül újítunk fel. Az elkerülhetetlenül szükséges korszerűsítések a felújítási munkákkal egyidejűleg bonyolódnak le, fogalmilag ritkán határolhatók el, így a költségeket növelik.

Külön kell beszélnem azokról a vállalkozásba adott felújításokról, amiket külön erre a célra kijelölt vállalatok végeznek. Növeli felújítási gondjainkat az is, hogy ezek a vállalatok is nyereségrészesedési rendszerben dolgoznak. Hozzá kell tennem azt, hogy a kohászat keretein belül, a hozzánk tartozó és felújítást végző vállalatokat ezen a téren a legszigorúbban ellenőrizzük és tettünk is néhány olyan intézkedést, amely hivatva van megakadályozni, hogy a felújítást végzők emelkedő többletnyereségét szűkös felújítási kereteink szenvedjék meg.

Ezzel fejtegetéseim első részének végére értünk. A cél az volt, hogy megismertessem a kohászati állóeszközökkel való helyes gazdálkodást akadályozó hibákat, s a rendelkezésünkre álló anyagi eszközök alacsony szintjének okait. Már a hibák feltárása is sokirányú vizsgálódás eredménye volt, megszüntetésük azonban rendkívüli feladatokat ró a vállalatokra. A következőkben az eddig ismertetett intézkedéseket és a még hátralevő tennivalókat ismertetem.

1962-ben a Vaskohászati Igazgatóság felmérte a kohászati vállalatok és a csepeli kohászat tényleges felújítási igényét. Az igény az eddig képződő összegnél 372 millióval több volt, de nem tartalmazta a korszerűsítésekhez szükséges átlagos évi 200 milliót, ami — a legfontosabb felújításokkal kapcsolatban — még ezen felül jelentkezett.

A felújítási igények megállapításakor a vállalatok egységes elvek szerint jártak el:

Az elmúlt három év felújítási összegeinek átlagát vették alapul állóeszközegységenként, ebből műszaki számításokkal meghatározták az egy ciklusidőre szükséges felújítási igényt. Az 1959 óta fel nem újított állóeszközre a legutolsó felújítás értékét állították be.

Legfontosabb követelmény ebben a munkában az volt, hogy elmaradt felújításokat, esetleges beruházásokat az igény nem tartalmazhatott.

Az adatok felülvizsgálata során megállapítottuk, hogy az egyes vállalatok azonos objektumra megadott igényei között lényeges eltérés van az állóeszközök műszaki adatai, termelési adottságai és állapota szerint.

A műszaki adatok tekintetében a kapacitásnak, az állóeszköz felépítésének, illetve típusának van döntő jelentősége. A termelési adottságok között figyelemre méltó az a körülmény, hogy az azonos állóeszközöknek a kohászati vállalatokban különböző termelési feltételei lehetnek. A felhasznált anyag minőségén és összetételén, a termelés mennyiségén kívül meghatározó jellegű lehet a felújítások nagysága szempontjából az állóeszköz élettartama is. Hogy a berendezések állapota miként hat a felújítások nagyságára, arról az előzőkben már volt szó.

Összegezve az eredményeket, kiderült, hogy a többletigény mintegy 75%-a a martin- és elektrokemencék, hengerművek és vasúti járművek között oszlott meg.

Az így kimunkált felújítási kerethiány állandó folyósítása a költségvetésből nem látszik biztosíthatónak. Végleges megszüntetése csak a fejtegetéseim első részében ismertetett hibák felszámolásától várható. Tehát a rossz bruttóértékeket át kell árazni, a csoportosítás hibáit kiküszöbölni és az igényeknek megfelelő helyes leírási kulcsokat kell kialakítani.

Ez a munka mintegy 300 ezer fajta állóeszközt érint 20 milliárd értékben, nem szükséges tehát annak részletezése, hogy milyen jelentőségű és nagyságú feladat megoldásáról van szó. Azt azonban hozzá kell tenni, hogy eddig még ilyen munka nálunk nem volt, teljesen új utakon járunk e tekintetben.

Szólni kívánok néhány szót szervezési kérdésekről is.

Az állóeszközöket 19 vállalatban értékeljük újra, az összefogás a Kohó- és Gépipari Minisztérium, illetve a Vaskohászati Igazgatóság feladata. Az elvi irányítást egy főbizottság végzi, amelynek tagjai az Országos Tervhivatal, az Árhivatal, a Pénzügyminisztérium, a KGM és a Vaskohászati Igazgatóság megbízottai, valamint az egyes szakbizottságok vezetői. Az átértékelés bonyolítására eddig 7 szakbizottság alakult:

Kohók, martin- és elektrokemencék, egyéb kemencék, hengerművek, egyéb melegüzemi berendezések, szállító és vasúti berendezések és az energia-berendezések szakbizottságai.

A szakbizottságok tagjai az érintett vállalatok képviselői, vezetőik a témákat jól ismerő, többnyire műszaki képzettségű szakemberek.

Amint a felsorolásból is kitűnik, a tervek szerint nem akartunk foglalkozni a magas- és mélyépítmények, szerszámgépek, egyéb gépek, üzemi és irodai berendezések és felszerelések újraértékelésével, mert megítélésünk szerint a bruttóértékek nem ezeken a területeken a legrosszabbak és nem is itt keletkezik elsősorban a kerethiány. Későbbi tapasztalataink alapján azonban arra a következtetésre jutottunk, hogy nem kerülhetjük el ezeknek az állóeszközöknek az átértékelését sem, mert nagyságuknál fogva az állóeszközök összes értékének több mint felét képviselik. A munkát itt nem szakbizottsági keretek között, hanem vállalati hatáskörben fogjuk elvégeztetni, központilag kidolgozott egységes elvek alapján.

A következőkben a szakbizottság előtt álló, illetve már részben elvégzett feladatokat ismertetem időbeli és logikai sorrendben. (Ugyanez vonatkozik a fentiekben említett, vállalati hatáskörbe utalt munkákra is.)

1. Az állóeszközök helyes csoportosítása.
2. A kohászati felújítási munkák rendeleti szabályozása, különös tekintettel a ciklusidőkre.
3. Az állóeszköz-csoportok beruházási és felújítási szükségletek szerinti rendezése.
4. Reális bruttóértékek kialakítása.
5. Új leírási kulcsok megállapítása.

A szakbizottságok első dolga az elvi nómenklatúra elkészítése volt, mely magában foglalja azokat a főbb objektumokat, melyek teljes biztonsággal a szakbizottság hatáskörébe utalt állóeszköz-csoporthoz tartoznak. A nómenklatúrák kialakításakor szem előtt kell tartani az állóeszköz jellegét, pl. kohóműhöz, vagy melegüzemi berendezéshez tartozó termelő egységről van-e szó.

Számításba kellett venni továbbá az állóeszköz rendeltetését, pl. a kemencébe beépített mérőeszközt a kemencéhez sorolhatónak minősítettük, nem műszernek.

Fontos szempont volt az állóeszköz elhasználódási ideje is. Ha tehát az eszköz hovatartozása vitás volt, vagyis több állóeszköz-csoport fogalmába is beletartozhatott, arra törekedtünk, hogy olyan csoportba kerüljön, ahol elhasználódási ideje hasonló szinten van.

Az állóeszköz hovatartozásáról fontos támpontul szolgálhatott a felújítási szükséglet is. Ha ugyanis az elhasználódási idő a csoport meghatározásához nem volt elegendő, akkor a ciklusidők azonossága, vagy hasonlósága lehetett a mértékadó.

A hét szakbizottságnak az elmondottak szerint felépített nómenklatúrája elkészült. A munka jelenlegi szakaszában az egyes csoportok tényleges számbavétele folyik a nómenklatúrában előírtak alapján. A szakbizottságoknak nemcsak a saját csoportjukhoz tartozó állóeszközöket kell felülvizsgálniok vállalatonként, hanem valamennyi állóeszköz-csoport felülvizsgálatával el kell érniök, hogy a jelenleg más csoportban levő állóeszközöket a megfelelő helyre átsorolják.

A csoportok helyes kialakításához a munka összehangolására is szükség volt, hogy azonos állóeszközfajta két bizottságban ne szerepelhessen

és a vállalatokban a csoportosítás azonos elvek szerint történjék. A csoportosítást a vállalatok egységes nyomtatványon — munkalapon — végezték. Ennek kitöltésekor már az átértékeléshez előreláthatólag szükséges elveket kellett szem előtt tartani. Előírtuk tehát, hogy a bizottságok a munkalapot ne az analitikus nyilvántartásnak megfelelő részletességgel töltsék ki, mert a túlzott tagolás az áttekinthetőséget zavarja. Az állóeszközöket a munkalapon olyan egységekké vontuk össze, amelyek az átértékelés alapjául szolgálhatnak majd. Az egységek kialakításában alapvető szempont volt az, hogy olyan termelőegységeket képezzenek, melyek értékben, kapacitásban, vagy műszaki megoldás tekintetében alkalmasak a vállalatok közötti összehasonlításra, illetve árképzésre. Pl. egy egységet képez a tolókemence, függetlenül attól, hogy az állóeszköz-nyilvántartásban hány tételben szerepel. Az összevonás tekintetében a nómenklatúra bontása is adhatott tájékoztatást. A mennyiség, illetve darabszám meghatározásakor figyelemmel kellett lenni az állóeszközegység avultságára, illetve üzembe helyezésének idejére. Pl. nem engedtünk összevonni mozdony címszó alatt olyan objektumokat, amelyek közül az egyik új beruházás, a másik esetleg már húsz éves.

A helyes csoportok kialakítása után ugyancsak egységes nyomtatványokon átadás-átvétellel a bizottságok a nem hozzájuk tartozó állóeszközöket az átértékelésre illetékes szakbizottságok részére átadják, illetve a hozzájuk tartozókat átveszik. Ezzel a módszerrel sikerült a munkát némileg egyszerűsíteni, mert elkerültük azt, hogy minden bizottság valamennyi vállalati állóeszköznyilvántartást átnézzen. A bizottságok közötti átadás-átvétel nem érinti egyelőre a vállalat egyedi nyilvántartásait és a főkönyvi könyvelést sem.

Az eszközök megóvási kötelezettsége tekintetében nem áll be változás egyelőre. Ha egy állóeszköz eddig a hengerműhöz tartozott, de most a nómenklatúra szerint az energiaberendezések csoportjába sorolandó, nem jelenti azt, hogy állagának megóvásáért ezentúl nem a hengermű, hanem az energia-üzem felelős. Az ilyen kérdések rendezésére, valamint az egyedi nyilvántartások egységes átszervezésére csak a teljes átértékelés befejezése után kerülhet sor.

A csoportok helyes kialakításával egyidejűleg már bizonyos előkészületek is folynak az átárazásra vonatkozóan. Ennek tárgyalására azonban majd csak a bruttóértékekkel kapcsolatos problémák között térünk ki.

Az állóeszköz-csoportosítás rendezésével párhuzamosan javaslatot dolgoztunk ki az érvényben levő felújítási rendelkezések módosítására, mely — mint már az előzőkben említettem — régi és nem felel meg a jelenlegi követelményeknek. Olyan rendelkezésre van szükségünk, amely a főbb kohászati termelőeszközök tekintetében újból meghatározza, milyen munkálatok minősülnek felújításnak, korszerűsítésnek, illetve karbantartásnak. A ciklusidők meghatározásakor pedig figyelembe kell venni az állóeszközök életkorát, illetve elhasználódásuk fokát. Ez utóbbinál nagyon körültekintően kell eljárni, mert az állóeszköz felújítási ciklusideje nem minden esetben rövidül meg az avulással arányosan. A felújítás költsége azonban mindig arányban van a berendezés életkorának emelkedésével.

Ez az elképzelésünk még vitára adott okot, tehát rendelet-tervezetünket nem fogadtattuk el egyelőre. Kialakultak ugyanis olyan nézetek, amelyek szerint káros következményekkel járhat egy mindenre kiterjedő, kötöttségeket tartalmazó felújítási rendelet, mert korlátozza bizonyos esetekben a vállalat műszaki szerveinek döntési jogát. Véleményünk szerint azonban a felújítási keretekkel való tervszerű gazdálkodáshoz egy ilyen, a főbb állóeszközökre kiterjedő részletes utasításra van szükség.

A közeljövőben rendelet-tervezetünket jóváhagyásra az illetékes szervek elé terjesztjük.

Ide tartozik még az a gondolat is, amely a felújítási keretekkel való helyes gazdálkodást a vállalati beruházók helyett a TMK kezében látja inkább biztosítottnak. A TMK-nak rendeltetése szerint, az állóeszközök állandó felügyelete, a felújítások tervszerűbbé tétele a feladata. Itt tudják legjobban elbírálni, hogy milyen munka elvégzése mennyire szükséges, tehát nem indokolt, hogy a TMK által felhasznált keretekkel a beruházók gazdálkodjanak, mert ez a gyakorlat a tapasztalatok szerint a felújítások rovására megy.

Harmadik teendőként hárul a bizottságokra, hogy miután rendezték az állóeszközöket a 190/1958. PM. utasításban megadott leírási kulcsok szerinti csoportosításban, a berendezések további osztályozását szervezzék meg az elhasználódási, illetve ciklusidőknek megfelelően. A leírási csoportok szükség szerinti mélyítésére gondolunk itt. Visszatérve az előzőkben említett példákhoz: a szállítóeszközökön belül a daruk értékcsökkenését meg kell bontani melegüzemi és hidegüzemi szállítóeszközökre, az elhasználódási idő és a felújítási szükséglet figyelembevételével. Vagy: a magasépítmények leírási kulcsa nem lehet azonos a savas épületekével, mert ezek elrongálódása sokkal nagyobb mértékű.

A negyedik teendő az átárazás. Ennek módjáról, módszeréről, az átértékelés mélységéről, az árak képzéséről, az avultság érvényre juttatásáról többféle elképzelésünk volt. Mindegyik javára és ellene számtalan érvünk volt. Most, amikor a viták már némileg nyugvópontra jutottak, meg tudtunk állapodni és el tudtunk indulni egy meghatározott irányban, talán nem lesz érdektelen, ha főbb problémáink közül néhányat ismertetek.

Az állóeszközök tényleges értéke — korszerűtlenségük miatt — a kohászatban lényegében alacsony lesz az átértékelés után is. Ha erre állapítunk meg új amortizációs kulcsokat, előfordulhat, hogy megint nem jutunk a szükségletnek megfelelő kerethez. A leírási kulcsokat viszont nem emelhetjük meg, mert ezek — ha helyesen vannak megállapítva — a ciklusidők, illetve az utánpótlási idők függvényei.

Ki lehetne küszöbölni a bruttóérték alacsony szintjéből eredő problémákat egy állóeszközelszámolási ár kialakításával, melyre az új leírási kulcsokat építenénk. Ezt a gondolatot azonban egyelőre el kell vetnünk, mert a két érték (a tényleges és az elszámoló ár) nyilvántartása a nettóértéken kívül — az állóeszközök nagy mennyiségére való tekintettel — megoldhatatlan terhet róna a vállalatokra. Ilyen szempontok miatt nem láttunk más lehetőséget, mint a differenciált leírási kulcsok megállapítását, esetleg külön engedélyek alapján. Az új bruttóértékek kialakításához legkedvezőbbnek az a megoldás látszott, hogy — átvéve a szovjet tapasztalatokat — a Szovjetunióban kiadott új állóeszköz-árjegyzékekből értékmérőket képezzünk a nálunk termelésbe állított eszközök adottságainak számításba vételével és természetesen a rubel-forint arányok szem előtt tartásával. Ezáltal biztosíthattuk volna az átárazás egységes szemléletét. Sajnos azonban az árjegyzékek lefordítása annyi időt venne igénybe, hogy az átértékelési munkák nemkívánatos mértékig elhúzódnának. Nem is beszélve az értékmérők elkészítésének munkájáról, mely csak a fordítás után következhetne. Ilyen okok miatt más megoldást kellett keresnünk.

Aránylag egyszerűnek látszott a helyzet azokra az állóeszközökre, ahol hasonló új létesítmény számlázott értéke viszonyítási alapul rendelkezésre áll. Pl. egy meleghengermű új bruttóértékének meghatározásához a Dunai Vasmű 1961-ben létesült berendezése szolgálhatna összehasonlításul. A kapacitásból és a műszaki szerkezeti különbségekből eredő különbségek kombinálása a műszaki szervekre róna felelősségteljes munkát. Itt legfőbb veszély a szubjektív megítélések lehetősége.

Ha új beruházás összehasonlítási alapként nem áll rendelkezésre, akkor hasonló típusú berendezéseket lehetne figyelembe venni, esetleg a berendezés alapanyagának megfelelő súlyérték és megmunkálási költségek kombinálásával. Nem alakult ki egységes nézet arra sem, hogy a berendezések korszerűtlenségi fokát hogyan kell kifejezésre juttatni az állóeszközök bruttóértékében. Eddig a legelfogadhatóbbnak az az álláspont látszik, hogy az avult berendezést is először utánpótlási értéken vegyük számba, majd műszaki értékelés alapján — korszerűségi fokának megfelelően — az értéket százalékoljuk le. A leértékelést reprezentatív teljesítmény elemzése alapján kell elvégezni.

Amint már az előzőkben említettem, a helyes állóeszköz-csoportok kialakításával egyidejűleg a szakbizottságok már folytatják az előkészületeket az értékeléshez. Az állóeszköz-nómenklatúrákból, illetve ezek alapján összeállított munkalapokból jegyzékeket készítenek olyan állóeszközegységekre, amelyekre árat lehet képezni, vagy amelyekre megfelelő ár rendelkezésre áll. A jegyzékeket úgy készítjük el, hogy átértékelésre alkalmasak legyenek. Az átértékelést főbb alkotók szerint végezzük majd. Ha ilyen adatok nem állnak rendelkezésre, akkor létre kell hozni őket. A munka most folyó részében tehát azt kell meghatározni, hogy az új árakat milyen főbb alkotókra kell megállapítani. A tervek szerint a kemencék értékeléséhez a bontás, alapozás, vasszerkezet, gépészeti berendezés, tűzálló falazat, automatika adatait fogja tartalmazni.

Az árat az Országos Árhivatal árjegyzékeiben kiadott árak alapján az alapozás és tűzálló falazatra Ft/m³, a vasszerkezet és gépészeti berendezésre Ft/kg egységárakon fogjuk meghatározni. Ebből következik, hogy az előttünk álló legfontosabb — mondhatnánk alapvető feladatrész — az állóeszközökre jellemző műszaki adatok lehető legpontosabb felmérése. Az átértékelendő egység műszaki jellemzőinek — így az alapozás nagysága (m³), vasszerkezet, gépi berendezések súlya stb. — rendelkezésre kell állniuk, mert enélkül rendszerezett munka nem képzelhető el, függetlenül attól, hogy az ilyen adatok ismerete az átértékelés befejezése után is állandóan hasznosítható a termelő munkában.

Mindehhez hozzá kell tennem azt, hogy egyáltalán nem törekszünk túlzott részletességre. Véleményünk szerint a munka aprólékossága tág teret nyújtana arra, hogy a bizonytalan adatok halmazában a lényeget szem elől tévesszük.

Az új bruttóértékek helyes kialakítása után kérdésként felvetődik a nettóértékekkel kapcsolatban követendő eljárás. A nettóértékek megváltoztatását egyelőre több okból nem tartjuk szükségesnek:

Az állóeszközök erkölcsi kopásának mértéke a jelenlegi nettóértékben is megmutatkozik, mert jelentős objektumoknak néha nulla, vagy egészen alacsony nettóértékét tartjuk nyilván.

A vállalatok szempontjából nem lesz jelentősége annak, hogy a nettó érték nem követte az átértékelés során kialakult értékváltozásokat.

Ezenkívül a nettóértékek megváltoztatását a kohászatban nehéz lenne megoldani, mert ha helyesen akarunk eljárni, egyrészt az eddig elvégzett felújításokat is át kellene árazni, amire nincs lehetőség, másrészt pedig az analitikus nyilvántartásokban csak egy-két vállalat vezeti tételesen a mindenkori nettóértéket. Erre vonatkozóan csak összefogó adatok állnak rendelkezésre, az egyedi nyilvántartásra selejtezés, vagy átadás-átvételkor kerül sor.

Ötödik — és egyben utolsó előttünk álló — feladat az átárazás után a helyes leírási kulcsok kialakítása. A leírási kulcsok megállapításakor az 1959 óta eltelt időszak felújítási költségeinek átlagát kell a ciklusidőknek megfelelően figyelembe venni. Meg kell majd vizsgálni azt is, hogy az így kapott átlagos felújítási költségben milyen munkák (részfelújítás, vagy teljes felújítás) értéke szerepel. Az egy felújításra eső átlagos költséget kell a ciklusidők száma szerint egy évre vonatkoztatni. Az így nyert szám aránya a bruttóértékhez adja majd az új felújítási kulcsot. Ha 1959 óta nem merült fel felújítás a ciklusidő, vagy a keret elégtelensége miatt, akkor műszaki számításokkal kell meghatározni egy felújítás nagyságát az elvégzendő munka, az anyagigény és a saját rezsiszázalékok figyelembevételével.

Megoldandó probléma a korszerűtlen berende-

zések helyes amortizációjának kialakítása, mert ezek felújítási szükséglete jóval nagyobb, mint a korszerű létesítményeké. Helyesnek látszik differenciált felújítási hányadok képzése a berendezések állapota szerint meghatározott műszaki megfontolások alapján. Ezek alkalmazását a tervek szerint irányítószervi engedélyekhez kötnénk. A beruházási hányadok megállapításakor nemcsak az átlagos élettartam, hanem az erősödő technikai fejlődés következtében gyorsuló erkölcsi kopás is szerepet játszik. Ennek érvényre juttatására még nem dolgoztunk ki terveket, de nem látszik helytelennek olyan megoldás, ha a Szovjetunió és az Egyesült Államok, mint két legerősebb ipari nagyhatalom kohászati berendezéseinek átlagos utánpótlási idejét vennénk alapul és ehhez alkalmazkodva — a hazai jóval szerényebb viszonyokhoz igazított — reális kulcsokat képeznénk.

Itt kell még néhány szót szólni a korszerűsítésekről. Nincs eldöntve az a kérdés sem, hogy a korszerűsítések anyagi fedezetét miből képezzék a vállalatok. Egyes nézetek szerint a korszerűsítések inkább a beruházás, mint a felújítás fogalmába tartoznak. A mi véleményünk szerint — minthogy a korszerűsítéseknek mindig együtt kell járniuk a felújításokkal — ettől egyáltalán nem választhatók el. Jelenleg csak az a kérdés, hogy a vállalatokban képződő teljes felújítási keret bizonyos százalékát válasszuk-e le korszerűsítési alap biztosítására, vagy állóeszköz-csoportonként hozzunk-e létre ilyen kulcsokat, esetleg kettéválasztva a felújítási hányadot. Az első megoldás látszik egyszerűbbnek.

Az itt ismertetett feladatok megoldásának végső határideje 1964. év vége.

Az előbbi fejtegetésekben arra törekedtem, hogy a kohászati állóeszközök átértékelésének szerteágazó munkájába némi bepillantást engedjek. Nem részletezhettem az előttünk álló feladatot teljes mélységében, csak éppen érinthettem az egyes problémákat. Talán így is sikerült a figyelmet erre a népgazdasági szempontból igen jelentős munkára felhívnom.

Műszaki és gazdasági hírek

Csehszlovákiában a **kassai** új üzemben, a f. évben 55 000 t *hidegen hengerelt lemezt* fognak termelni. Az üzem július elején indul meg. Olasz vállalatoktól két automata galvanizáló sort rendeltek, egyet cink bevonásra, egyet alumíniumra.

Metal Bulletin 1964. IV. 14.

*

Jugoszláviában építés alatt áll két *új kohászati gyár* éspedig Skopjában és Smederevoban. Korszerűsítik a már működő gyáraikat is, éspedig Jesenicében, Ljubijában, Niksicben, Ravneban, Sisakban, Smederevoban, Storban, Varešban és Zenicában.

A beruházások révén a jelenlegi 1,5 millió t folyékonyacél termelést 3,2 millió tonnára fogják növelni. A beruházások révén főként a lemez- és szalagtermelés fog növekedni.

Montan 1964. IV. 17.

*

Görögországban Athénban a Viochalko Hellenique de Cuivre et d'Aluminium S. A. cég a francia Etablissement Charles Coguillard céggel ötéves szerződést kötött, hogy az utóbbi műszaki eljárása szerint *alumínium borítású papírt* fog gyártani. A gyártás az első évben 500—600 t lesz s fokozatosan évi 2000 t-ra fog növekedni.

Metall 1964. 3. sz.

*

Ausztráliát és **Új-Zélandot Kanadával** 1963. decembere óta egy 13 000 km hosszú *telefonkábel* köti össze. Az alumíniumkábel-szalag 12,5 mm széles és 0,45 mm vastag. Az elektrostatikus árnyékolásra további 330 t alumíniumfólia szolgál. A kábellélek teherhordó acél, melyet belső vezető rézcső vesz körül. Ezt egy polithén réteg szigeteli az alumínium külső vezető rétegétől. Az alumíniumszalag körül újra 25 mm vastag polithén szigetelő réteg helyezkedik el, melyet az alumíniumfólia borít.

Metall 1964. 3. sz.

*

Ausztráliában az *ólomérc termelés* 1963-ban 400 000 t-ra nőtt az előző évi 367 000 t-ról.

Metall 1964. 3. sz.

*

Ghanában a Ghana Alumínium Produkts Ltd. Tema-i cég *alumínium evőeszköz* készítésére rendezkedik be. A félterméket a Temaban épülő alumínium gyár fogja szolgáltatni.

Metall 1964. 3. sz.

*

Indiában Madras államban **Mettur** városban a Montecatini Konzern által épített *alumíniumkohó* 1964 július—augusztus havában kerül üzembe. A gyár évi termelése 20 000 t lesz. A bauxit Mettur várostól 80 km távolságban fekvő Shevaroy Yercand dombvidék bányáiból származik. Az áramot a Kundah-i és a Neivel-i erőművek fogják szolgáltatni.

Metall 1964. 3. sz.

*

Az **ausztriai** Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Bernsdorf A. G. a lengyel Impex-Metallal évi 3000 t *hutaalumíniumtömb* export szállítására kötött szerződést.

Metall 1964. 3. sz.

*

Spanyolország ólomtermelése 1963-ban 59 950 t, a cinktermelése pedig 64 209 t volt (1962-ben 64 455, illetve 61 837 t).

Metall 1964. 3. sz.

*

Angliában a legnagyobb acélgyárban a Steel Company of Wales cég **Port Talbot**-i Abbey acélgyárában a *szélesabroncssort* egy elektronikus számítógéppel fogják vezérelni. A berendezés 28 millió Márkába fog kerülni. A számítógép az izzító kemencétől egészen a csévélőig bezárólag a berendezés vezérlését automatikussá fogja tenni. A számítógép üzembehelyezésétől mind a vastagság, mind a szélesség pontosabbá tételét várják.

St. u. E. 1964. 8. sz.

*

Az **NSZK**-ban a Ruhrgas A. G. esseni cég **Dortmundból** Bielefelden át Brachweedeig egy *földgázvezetéket* épít. A vezeték Ø-je 400 mm, hossza 110 km lesz. Az üzemi nyomást 50 att-re tervezik. A gázzal villamoserőműveket s egyéb gyárakat fognak ellátni.

St. u. E. 1964. 8. sz.

Adalékok a függőleges-tüskés alumíniumelektrolizáló kád anódproblémáinak kérdéséhez

Dr. BALÁZS ENDRE a műszaki tudományok kandidátusa
KOZÁR LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, ROMWALTER ALFRÉD okl. kohómérnök

DK 669.713.7 : 621.3.032.2

Az irodalomban már ismertettünk hazánk alumíniumkohászatában az elmúlt évtizedben végzett néhány vizsgálatot, céljuk a függőleges anódáram-bevezetésű alumíniumelektrolizáló kádak anódproblémáinak tisztázása és megoldása volt [1], [2]. Ez irányban kiterjedt, sokoldalú munkát kellett végezni, olyan részfeladatokkal, mint pl.: különféle szerkezetű permanens anódköpenyek kikísérletezése, számos eltérő eredetű vagy minőségű anódmasszafajta tulajdonságainak és gyakorlati viselkedésének vizsgálata, különféle számú és alakú tüskéből összeállított különféle tüskehúzási rendszerek hatásosságának elemzése, modellkísérletek alumíniumbetétekkel az anódtalp bemélyedések, repedések és roncsolódások összefüggésének tisztázására és a legkülönfélébb típusú és anódállapotú hazai, valamint külföldi függőleges tüskés anódáram-bevezetésű kádak adatainak és állapotának összehasonlítása.

A kapott adatok kritikai feldolgozása eredményeképpen kialakultak azok a követelmények, amelyeknek betartása a jó állapotú, függőleges-tüskés anód keletkezéséhez és fenntartásához szükséges. Ezek közül a legfontosabb szerkezeti és műszaki követelmény — mint már régebben erre rámutattunk — az anódizotermák alacsony szintre szorítása útján kedvező termikus anódállapot biztosítása, különösen a tüskeüregeket kitöltő és ott kiégő anódmassza számára [1]. E célból szükséges:

a) hidegjáratú, azaz az anód körül 950 C° körüli és alatti elektrolit hőmérséklet fenntartása.

Érkezett: 1963. október 20-án.

b) Az anódon belül kiváló kis Joule-hő tartása, a tüskék méreteinek és számának ésszerű növelése, a tüskeszintek és az anódáramsűrűség csökkentése, minél egyenletesebb árameloszlást biztosító tüskeelrendezési és húzási rendszer útján.

c) Az elektrolitba az anód benyúlásának a lehető legkisebbre szorítása.

Az *1. táblázatban* 4 különböző kádtípusra néhány olyan anódjellemzőt hasonlítunk össze, melyek befolyásolják az anód összegezett ohmikus ellenállását, illetve a táblázatban ismertetett anódterhelési együtthatót. Ez az együttható — amint az a kifejezéséből is látható — az anódikus feszültségesések kvalitatív összehasonlítására szolgál és már a múltban is bizonyos összehasonlító értékelést tett lehetővé az egyes anódokban képződő Joule-hő által kiváltott termikus terhelések között.

A táblázatban látható *1.* és *2.* sorszámú kád az 50-es évek elején kialakított, majd a későbbiekben továbbfejlesztett francia kádtípus. A *3.* és *4.* sorszámú kád az 50-es évek elején használatos, majd a közelmúltban továbbfejlesztett hazai kádtípus.

Látható, hogy a továbbfejlesztett francia kádtípus anódjának saját Joule-hőjétől származó termikus terhelése az előzőhöz viszonyítva nőtt. A kád anódfeszültség-esése 500 mV, fajlagos egyenáramú elektromos energiafogyasztása nem csökkent 15 000 kWó alá [3], szemben az üzembehelyezések során remélt 14 500 kWó/t szinttel és az első kádtípussal már elért 15 000—15 500 kWó/t-val [4], [5]. Az anódterhelés növekedése, a kád áramerősségé-

Adatok függőleges tüskés anódokról *1. táblázat*

A kádtípus sorszáma	Megnevezés	kA	Anód		Tüskék				Tüskevég-anódtalp táv.		Anódterhelési együttható,[1] K_V	Anódfeszültség-esés, mV
			cm · cm	A/cm^2 d_A	Legnagyobb Ø mm	db	átlag A/cm^2 d_T	Átlagos kerületi terhelés[4] A/cm, P_T	min.	max.		
1.	Péchiney	90	200P650	0,69	130	50	13,6	44,1	20	60	100,0	450[3]
2.	Péchiney	100	210P650	0,74	130	50	15,1	49,0	20	60	111,0	500[2]
3.	Hazai	60	170P455	0,77	110	32	19,2	54,5	40	72	141,0	635[3]
4.	Hazai	66	210P480	0,66	110	40	13,6	48,5	20	44	93,0	420[2]

[1] $K_V = K_T \frac{d_T}{D_T} + K_{TK} \frac{p_T}{p_T} + K_A \frac{d_A}{D_A} \frac{lA}{L_A}$; $K_T + K_{TK} + K_A = 20 + 45 + 35 = 100\,\%$

K_T; K_{TK}; K_A — a feszültségesés a tüskékben, a tüske-anód kontaktusban és az anódtestben, az anódikus feszültségesés százalékában (itt 20 %; 45 % és 35 %)

d_T; p_T; d_A; lA — a vizsgált anód átlagolt tüskeáramsűrűsége, a kerületi tüskeáramterhelés, az anódáramsűrűség és a tüskevég-anódtalp átlagos távolsága

D_T; P_T; D_A; L_A — ua. az etalon (itt 1. sorszámú) kádtípus anódján

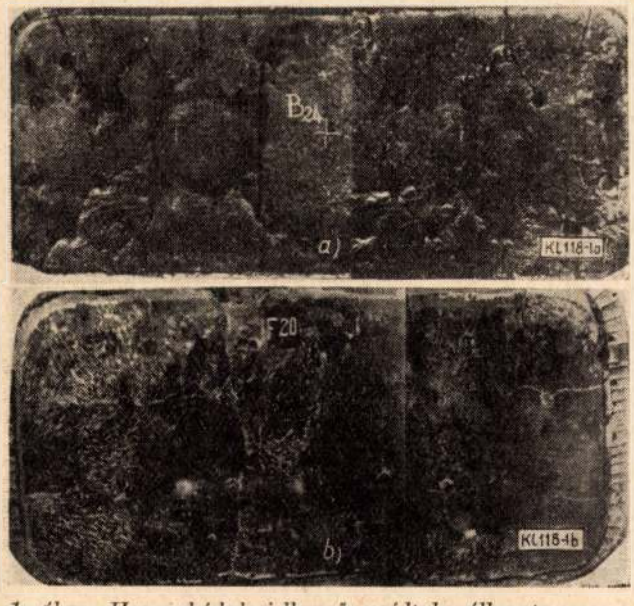
[2] Tényszámok [3], illetőleg hazai mérések alapján

[3] A másik két anódfeszültség anódterhelési együttható alapján a tényszámból átszámítva

[4] Kerületi tüsketerhelés alatt a maximális tüskekeresztmetszet kerületének egységére eső átlagos áramerősséget értjük, A/cm

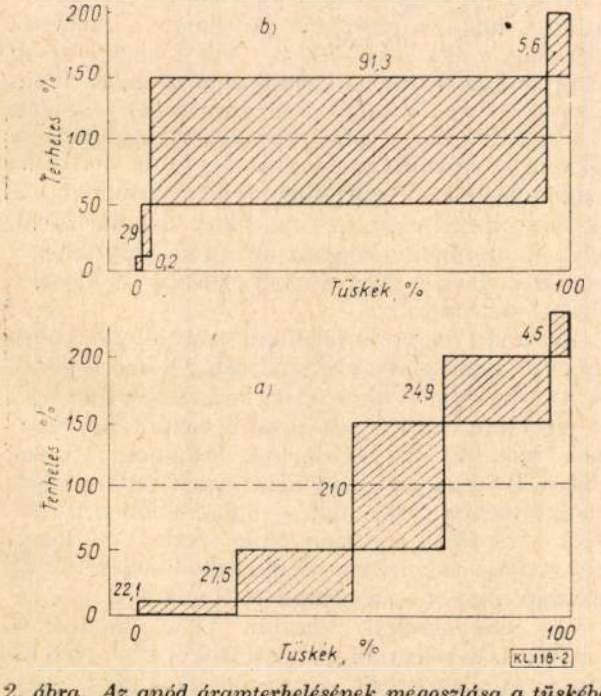
nek a hevítőellenállások csökkenésével nem arányos növelése a műszaki mutatók romlását okozta.

A hazai kádtípus fejlődése más irányú. Az anód és egyéb hevítő ellenállás-szakaszok fokozatos csökkentése eredményeképpen az áramerősség növelését célzó fejlesztő munka együttjárt az anódfeszültségesés csökkenésével, az anódállapot javulásával és a fajlagos villamosenergia fogyasztásnak a külföldi kád legjobb fogyasztása alá való csökkenésével.



1. ábra. Hazai kádak jellemző anódtalp állapota
a = termikusan túlterhelt anód, Va = 6—700 mV, b = kielégítő termikus anódterhelés, Vb = kb. 400 mV

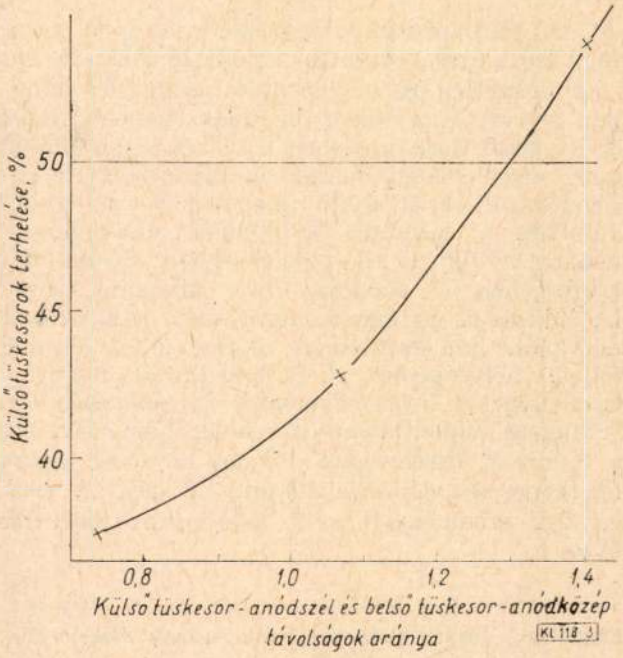
Az *1. ábrán* hazai kádak jellemző anódtalp állapotát mutatjuk be, az egyikben az anódfeszültségesés 600 mV-nál nagyobb volt, a másik



2. ábra. Az anód áramterhelésének megoszlása a tüskében egy teljes tüskehúzási ciklus átlagában, a számított 100%-hoz viszonyítva
a = 1959, b = 1962

— fejlesztett — típusban kb. 400 mV. Az anódmassza minőségek gyakorlatilag megegyeznek.

Az 1. táblázat kiegészítéseképpen a *2.* és *3. ábrával* mutatjuk be azt a javulást, amely hazai kádtípusainkon a tüskék áramterhelésének egyenletességében bekövetkezett.[1] Ez természetesen



3. ábra. A tüskesorok, anódközép és anódszél egymás közötti távolságai arányának hatása az egyik hazai kádtípusban a tüskesorok áramterhelésének megoszlására azonos egyéb körülmények között

ugyancsak hozzájárult az anódfeszültségesés csökkentéséhez és az anód termikus viszonyainak javulásához. E fejlődés a tüske emelési magassága, valamint a tüskeszint-szám csökkentésének, a szintenkénti jobb tüskeelosztásnak és a tüskesorok, anódközép és anódszél egymás közti távolságában fennálló arányok kedvezőbb alakulásának következménye. Az ábrákból látható az eredmény: a tüskék áramterhelése egy teljes tüskehúzási cikluson belül a régebbi 20—40%-kal szemben a számított átlagos 100%-hoz viszonyítva most már a tüskék számának kb. 90%-ánál 50—150% között van. Az áramerősség eloszlása a tüskesorok között gyakorlatilag teljesen egyenletessé vált.

Hangsúlyozzuk, hogy a függőleges tüskés anód itt tárgyalt értelemben vett termikus állapotának alapvetően döntő tényezője a hőmérséklet-viszonyok alakulása a tüskeüregekben. E hőmérséklet-viszonyok határozzák meg az üregeket kitöltő anódmassza kiégési sebességét és ily módon döntő hatásuk van a képződő anódoszlopok minőségére. A hőmérséklet-viszonyokat létrehozó anódizotermák elhelyezkedése nemcsak az anódban képződő Joule-hőtől, hanem — miként már az előbbiekben rámutattunk — az elektrolit hőmérsékletétől és az anód elektrolitba nyúlásának mélységétől is függ. Ezért, habár az anódterhelési együttható,

[1] Az üzemi méréseket Becker Ervin kohómérnök és Abaffy Károly vegyészmérnök irányították.

az anódikus feszültségesés kényelmes és hasznos mutatók és feltétlenül szükségesek az anódállapot ellenőrzéséhez és elemzéséhez, mégis az elsődleges, alapvető jellemző a tüskeüregek hőmérséklete, melyen a kitöltő anódmassza gyorsan kiég. E hőmérséklet mérése, vagy ellenőrzése közismerten nehézkes.

A tüskeüregek hőmérséklet-viszonyai és a függőleges árambevezetésű anódtalp állapota közötti közvetlen összefüggés kutatására több hónapon keresztül mértük a maximális hőmérsékletet (1—1 anód tüskeüregeiben a tüskék eltávolításakor), majd e kádak felújítása, kikapcsolása után rögzítettük az anódtalp állapotát és ezt egybevetettük a talpréteg kialakulási viszonyaival, néhány héttel a kikapcsolás előtti időszakban. Lényegében az anódtalp réteg állapotát összehasonlítottuk ugyanazon rétegben a tüskeüregek maximális hőmérsékletével, akkor, amikor az még feljebb helyezkedett el és kialakultak benne a tüskeüregeket kitöltő, gyorsan kiégő anódoszlopok. A kihúzás időpontjában a maximális hőmérsékletet a kihúzott tüskevégek hőmérsékletének gyors fényképezéses mérésével állapítottuk meg [2] A vizsgálatok eredményeit a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

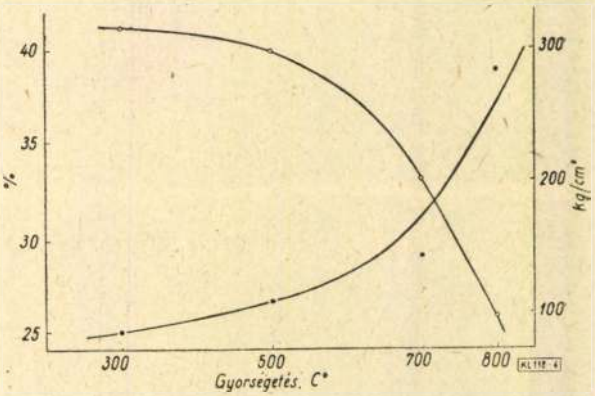
2. táblázat

Függőleges tüskés anódok talpállapotának összehasonlítása

Sor szám	Megnevezés	Anódok			
		1	2	3	4
1.	A mérések időszaka a kád kikapcsolása előtt, napokban	11—29	9—37	12—35	23—38
2.	Anódfogyás, cm/nap (kb.) ...	1,5	1,5	1,5	1,5
3.	Minimális tüske-anódtalp távolság, cm	24,5	12,1	21,7	17,4
4.	Tüskehőmérséklet-mérések száma	24	30	37	19
5.	Tüskevégek átlagolt hőfoka, C° ..	793	780	751	737
6.	Ua., %-os megoszlásban				
	800 C° felett, %	42	40	0	0
	750—800 C°, %	54	20	46	32
	700—750 C°, %	4	40	54	68
7.	Széles repedések száma az anódtalpon	Sok	Sok	Kevés	Kevés
8.	Hosszirányú repedés, db	2	4	—	—
9.	Keresztrepedés	2	2	2	2
10.	Repedések a tüskéktől az anódszélig, db	12	16	10	8
11.	Tüskevonal alatti bemélyedések az anódtalpon, db	27	24	24	17
	Ua. a tüskeszám %-ában, %	84	75	75	53
12.	A bemélyedések mélysége a tüskeszám átlagára vetítve, cm	9,3	4,2	4,5	1,5

[2] A módszer kidolgozásában részt vett *Sostai Gábor* technikus.

A táblázat adataiból látható, hogy szokványos anódmassza minőség használatakor kielégítő anódtalp állapot csak legfeljebb 700—750 C° maximális tüskeüreg hőmérsékleten alakul ki. Ha e hőmérséklet az üregeknek lágy anódmasszával való kitöltődése időpontjában megközelíti, vagy túlhaladja a 800 C°-ot, akkor előrelátható, hogy 2—3 hét múlva, azaz az anódrétegnek az anódtalpra érésekor, az anódtalp állapota nem lesz kielégítő, a tüskék alatt mély üregek, körülöttük mély, kiszélesedett repedések (az összes ebből eredő következményekkel) lesznek találhatók.



4. ábra. Anódminták tulajdonságainak változása a gyorségetés hőmérsékletének függvényében
o = nyomószilárdság, kg/cm²; ● = porozitás, %

A *4. ábra* bizonyos magyarázattal szolgál a kiégett anód érzékenységére, a kiégés hőmérsékletére, illetve tulajdonképpen a sebességére. Az ábra hevítőkemencében különböző hőmérséklet szinteken gyorsan kiégetett kereskedelmi anódmasszaminták egyes fizikai tulajdonságainak változását mutatja a gyorségetési hőmérséklet függvényében.[3] Látható, hogy a porozitás növekedése, illetve a szilárdság csökkenése 700 C° felett meggyorsul. A nagyobb porozitás, a kisebb szilárdság, az anódoszlopok gyorsabb égését, fokozott pergését okozza, sőt lehetséges, hogy a helyi tényleges áramsűrűség csökkenése következtében (a nagyobb porozitás eredményezte elektrolit-anódszén határfelület növekedése miatt) nő az anódikus depolarizáció, melynek eredményeképpen az anód alaptömegéhez viszonyítva is megnő a porózusabb anódoszlopok égéssebessége.

Az anód nagyobb termikus terhelése az anódtalp és az anód alatti elektrolitréteg hőmérsékletének növekedését is okozhatja, kedvezőbb feltételeket teremtve ezzel a porózusabb, lazább anódoszlopok széndioxidos oxidációja számára. Mindez összhatásként az anódtalpon a tüskék alatti üregek kimélyüléséhez vezet, ami — már régebben ismertetett vizsgálati eredményeink szerint — maga után vonja a vékony repedések kiszélesedését és az anódtalp állapotának általános romlását.

Az elmondottak alapján javasolhatjuk a függőleges tüskés anód kialakulási körülményeinek rendszeres ellenőrzését szúrópróbákkal napi, vagy heti meghatározott számú kihúzott tüskevég

[3] A méréseket *Örkényi József* kohómérnök irányította.

hőmérsékletének mérése útján. Célszerű az aránylag legjobban terhelt középső tüskéket vizsgálni.

Befejezésül visszatérünk az anódmassza minőségére. Ha sikerül olyan anódmassza minőséget találni, amely ellenállóbb a gyorsabb kiégés hőhatásaival szemben, vagy amely gyors kiégése után, porózusabb állapotában kevésbé erőteljesen oxidálódik és pereg, egyéb fontos fizikai-kémiai tulajdonságai pedig nem különböznek hátrányosan a szokványos anódmassza minőségektől, akkor az anódmasszával még akkor is jó anódtalp állapotot nyerhetünk, ha az előzőkben felsorolt termikus és egyéb viszonyok az anód egy részére, vagy egészére kiterjedően kedvezőtlenek.

Összefoglalás

1. A függőleges tüskés anód szerkezetének, az anód és kádkezelési módnak fejlesztése következtében hazai kádtípusaink anódállapota megjavult, az anódikus feszültségesés kb. 400 mV-ra csökken.

2. Vizsgálataink eredményei szerint a szokványos anódmassza minőségek használatakor kielégítő anódtalp állapot csak akkor alakul ki, ha a maximális tüskeüreg hőmérséklet nem lépi túl a 700—750 C° hőmérsékletközt. E maximális hőmérséklet rendszeres üzemi ellenőrzése lehetséges és célszerű, pl. a kihúzott tüskevégek hőmérsékletének szúrópróbaszerű ellenőrzése útján.

3. Az anód termikus viszonyainak további javítása mellett folytatni kell a munkát a függőleges tüskés anód követelményeinek megfelelőbb anódmassza minőségek kidolgozására.

IRODALOM

[1] *Dr. Balázs E.:* Kohászati Lapok 89. 1956. 3. sz. 118. o. IVUZ. Cvetnaja Metallurgija. Ordzsonikidze. 1961. 4. sz., Kohászati Lapok 95. 1962. 2. és 3. sz. 76—80, 103—107. o.

[2] *Romwalter A.:* Kohászati Lapok. 88. 1955. 12. sz. 523—526. o.

[3] *Givry, I. P.:* Előadás a New York-i konferencián 1962. február.

[4] *Victor, M.:* Rev. Aluminium 37, 1960. febr. 193—200. o.

[5] J. F. E. 65, 1960. 1. 21. o.

Műszaki és gazdasági hírek

Az **NSZK** *folyékonyacéltermelése* gyártási eljárások szerint

	Termelés 10^3 t			Változás az előző évhez %		
	1961	1962	1963	1961	1962	1963
Thomas-acél	14 368	13 211	12 440	— 3,6	— 8,1	— 5,8
SM-acél	15 457	15 048	14 017	— 3,9	— 2,6	— 6,9
Elektroacél	2 365	2 567	2 647	+ 8,8	+ 8,5	+ 3,1
Oxigén ráfúv. acél	1 200	1 684	2 453	+39,2	+40,3	+45,7
Egyéb acél	67	52	41	— 5,6	—22,4	—21,2
Összes acél	33 458	32 563	31 597	— 1,9	— 2,7	— 3,0
Ebből tuskó	32 728	31 893	31 022	— 2,1	— 2,6	— 2,7
Öntészeti acél	730	670	575	8,6	— 8,2	—14,2

St. u. E. 1964. 9. sz.

*

Az **NSZK**-ban az *acélfajták részesedése* az összes *folyékony acél termelésben*, %-ban

Acélfajta	1958	1960	1961	1962	1963
Thomas-acél	45,7	43,7	42,9	40,6	39,4
SM-acél	45,8	47,2	46,2	46,2	44,4
Elektroacél	6,4	6,4	7,1	7,9	8,4
Oxigén ráfúv. acél	1,9	2,5	3,6	5,2	7,8
Egyéb acél	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

St. u. E. 1964. 9. sz.

*

Indiában Indranagerben a Schloemann cég az indiai Indian Steel & Wire Produkts Ltd részére egy drótsort épített, mely 5,5 ... 19 mm Ø-ig hengerel drótot továbbhúzás céljára. A karikák súlya 275 kg. Az új sort lépcsősen építették és szerelték fel a leállított régi sor helyére. A szerelést több fokozatra lépcsősen osztották el, miáltal úgyszólván üzemszünet nélkül fejezték be az új sor indítását.

St. u. E. 1964. 9. sz.

*

Az **USA-ban** a National Steel Corporation cég cinkezett lemez egyik oldalát 0,05 mm vastag *műanyagborítással* (polivinilfluorid) látja el, miáltal a lemez mind az ultraviolasugaraknak, mind pedig az időjárás behatásának ellenáll. A borítást 0,025 mm vastag cinkbevonatra viszik fel. A cinkezett lemez másik oldalát színes festékkel látják el. A lemezek tetőfedésre és házak külső falának borítására szolgálnak.

St. u. E. 1964. 9. sz.

*

Az Acme Steel Company cég az **USA-ban Csikágóban** egy *bázikus forrószeles kupolót* helyezett üzembe hulladékból nyersvas gyártására. A kupoló 20 m magas és 4,5 m átmérőjű. Az óránkénti teljesítménye 55 t, napi teljesítménye 1200 t nyersvas. A nyersvasat két db 200 t-s keverőbe töltik, ahonnan két darab 70 t-s LD-konverterbe kerül.

St. u. E. 1964. 9. sz.

*

Spanyolország 1963. évi *kohóalumínium termelése* t-ban

Empresa Nacional del Aluminio
- Valadolid-i kohó 11 100
- Aviles-i kohó 16 600

Aluminio Espanol
- Sabinanigo-i kohó 6 580

Alumino de Galicia
- La coruna 11 250

Alumínium 1964. 3. sz.

Patentozás sófürdőben

DR. SZÉKI PÁLMA, a műszaki tudományok doktora — TÓTH GYULA, okl. kohómérnök

DK 621.793 : 621.785.5

Az izotermikus hőkezelések közül leggyakrabban használt eljárás a huzalok patentozása. Ez a művelet a huzalgyártás során az acél alakíthatóságát és mechanikai tulajdonságait javítja.

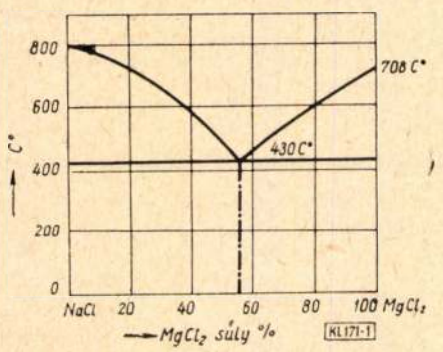
A 0,5—0,9% karbon-tartalmú acélhuzalokat az utolsó hideghúzások előtt az A_3-nál nagyobb hőmérsékletről hirtelen 400—550 C°-ra hűtik le. A huzal addig marad ezen a hőmérsékleten, amíg az austenit teljesen átalakul a hőmérséklettől függően finom eutektoiddá vagy bainitté. A gyakorlatban a huzalt rendszerint az előírt hőmérsékletre hevített ólomfürdőn húzzák át. A szövetátalakuláshoz szükséges idő tartása az áthúzási sebesség szabályozásával érhető el.

Patentozás után a hidegalakítás mértéke anélkül növelhető, hogy a hidegalakítások közé közbeeső hőkezelést kellene iktatni. Ennek következtében a huzal szilárdsága nagymértékben emelkedik, emellett a hajtogatási és csavarási száma is nő.

A patentozásra használt ólom importanyag és káros tulajdonsága, hogy a gőze mérgező hatású. Érthető tehát az a törekvés, hogy könnyebben hozzáférhető, veszélytelen, de hasonló jóhatású hőátadó anyaggal helyettesítsék az ólmot.

A Salgótarjáni Acélgyárban 1958-ban, majd a miskolci December 4. Drótművekben nátriumhidroxid-olvadékkal kísérelték meg a patentozást. Az eredmény kielégítő volt, de a lúgolvadék gőze is ártalmas az emberi szervezetre. A hőkezelés után végzett pácolás folyamán pedig a huzal felületén visszamaradó lúgnyomok sok savat fogyasztottak.

Az Általános Géptervező Iroda Anyagvizsgáló Laboratóriumának sikerült kikísérletezni olyan sókeveréket, amely patentozás céljára alkalmasnak bizonyult és a lúgolvadék nemkívánatos tulajdonságaitól mentesnek mutatkozott. Ez a sókeverék 44% technikai konyhasóból (NaCl) és 56% vízmentes magnéziumkloridból ($MgCl_2$) áll. Minthogy a sókeverék összetétele eutektikus *(1. ábra)*, olvadáspontja kicsi, a patentozás alsó hőmérséklethatárán van: mind az irodalom, mind a kísérleti meghatározások szerint 430 C°. A sófürdő relatív hűtőhatása 500 C°-on a mérések szerint az ólomfürdőének kb. 90%-a.



1. ábra. NaCl-$MgCl_2$ egyensúlyi diagramja

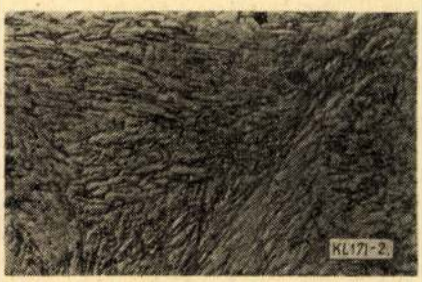
A laboratóriumi kísérletek során a sókeverék megolvasztásakor kismértékű sósavgázképződés volt megfigyelhető. A jelenség magyarázata az, hogy még a vízmentes magnéziumklorid is tartalmaz mindig kis mennyiségű vizet. Nedvesség jelenlétében a magnéziumklorid sósav képződése közben bázisos magnéziumkloriddá alakul:

$$MgCl_2 + HOH \rightarrow HCl + Mg(OH)Cl$$

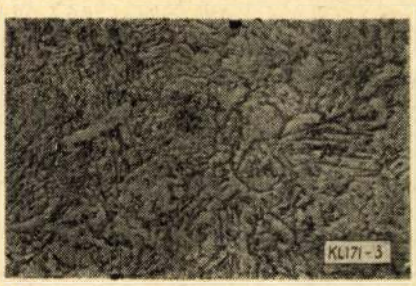
A sókeverék teljes megolvadása után a sósavképződés megszűnt. A kísérleti patentozás folyamán a tégely fölötti gőztért nedves indikátorpapírral vizsgálva, savas reakció nem volt tapasztalható.

A kísérleti patentozásra felhasznált huzalok karbontartalma 0,45—0,56% volt. A 900 C°-ra izzított acélhuzaldarabok az 500 C°-os sóolvadékba merültek be, ebből egy perc után kiemelve levegőn hűltek le. A kísérleti berendezésben nem volt lehetőség a huzalok áthúzására, amit ezért a bemerítés helyettesített. A lehűlt huzaldarabokról a rátapadt sót vízzel könnyű volt lemosni. A lemosott darabokon korrózionak nyoma sem volt felfedezhető.

A kísérleti tégelyben patentozott huzaldarabok szakító-vizsgálatra nem voltak alkalmasak, ezért mikroszkópos vizsgálattal a szövetszerkezetüket kellett ellenőrizni. A sóban patentozott huzal szövetképe hasonlóan finom eutektoidos volt, mint az ólomban patentozotté *(2. és 3. ábra)*.



2. ábra. 0,56% C-tartalmú 480 C°-os ólomban patentozott huzal
Maratószer nital, nagyítás 3200-szoros, eredeti 4000-szeres



3. ábra. 0,56% C-tartalmú 480 C°-os sófürdőben patentozott huzal
Maratószer nital, nagyítás 3200-szoros, eredeti 4000-szeres

A laboratóriumi kísérletek után üzemi kipróbálás volt szükséges, amit a December 4. Drótművek készséggel vállalt. Erre a célra egy kb. 3,2 m³ űrtartalmú patentozó kádat állított üzembe. A sókeverék fajsúlya a mérések szerint 2,17 g/cm³, ezért a kád hasznos térfogatára kb. 5—5,5 t sókeveréket kellett megolvasztani. Ilyen nagy mennyiségű só megolvasztásakor komoly mennyiségű sósavgáz fejlődésével kell számolni. Ezért a só előkészítését a Miskolci Üveggyárban végezték. Az egyik elszívással ellátott kemencében olvasztották össze a sókeveréket. A sósavgáz fejlődésének megszűnése után az olvadékot téglákká öntötték. Ezek a téglák kerültek a Drótművek patentozó kádjába. Az így előkészített só újraolvasztása már nem járt káros gázfejlődéssel.

A 470—540 C°-on tartott sófürdőbe egyszerre 20 szál 0,45—0,56% karbontartalmú 840—860 C° hőmérsékletű huzal merült be. A 4000 mm hosszú kádban az áthúzási sebesség 3500—3800 mm/perc volt.

A sófürdőben patentozott huzal szakítószilárdsága megegyezett a nátronlúgolvadékban patentozott huzaléval. Mindkettőé kb. 6—8 kg/mm²-rel kevesebb volt, mint az ólomfürdőben patentozotté. Például 0,5% C-tartalmú huzal szakítószilárdsága sófürdőben vagy lúgolvadékban lehűtve 182—185 kg/mm² volt, az ólomfürdőben patentozotté elérte a 185—190 kg/mm² szakítószilárdságot.

A tapasztalatok alapján az üzem alkalmasnak találta a sóolvadékban való patentozást és az üzem fejlesztését erre az eljárásra tervezik. Csupán a különleges minőségű huzalok gyártására fognak ólomkádakat üzemben tartani.

A sókeverékben való patentozás devizamegtakarítással jár. Mind a háromféle anyag (ólom, nátriumhidroxid, magnéziumklorid) importanyag. A következő táblázatból azonban az egyes anyagok fajsúlyát figyelembe véve kiolvasható egy-egy patentozó kád megtöltéséhez szükséges anyagmennyiség ára.

Anyag	Ára eFt/t	Fajsúly t/m³	Egy kádhoz szükséges 2,3—2,5 m³ anyag	
			súlya t-ban	ára eFt-ban
Ólom	18	11,34	26 —28,35	468 —510
Nátronlúg	3,19	2,13	4,9— 5,3	15,6—16,9
Sókeverék	1,30	2,21	5,1— 5,5	6,6— 7,2

Figyelembe véve, hogy a sókeverék a nátronlúggal egyenlő jó hatású patentozó anyag, a nátronlúg egészségre káros tulajdonságai nélkül, ára pedig az utóbbinak csupán egyharmada, üzemi elterjesztése mind gazdaságossági, mind munkavédelmi szempontból hasznosnak ígérkezik.

IRODALOM

[1] Goederitz (Metallguss) Entwicklung der deutschen Metallgusstechnik. II. Teil: Schmelzen und Legieren. VEB Wilhelm Knapp Verlag, Halle, 1955.

[2] Landolt—Börnstein II. Band. 3 Teil. Berlin—Göttingen—Heidelberg, Springer-Verlag, 1956.

[3] *Perry, John H. Ph.*, Editor: Chemical Engineers' Handbook. Mc Graw-Hill. Publishing Company LTD., New-York—London—Toronto, 1950.

[4] *Csudakov, J. A.*: Gépipari Enciklopédia III. rész, 6. kötet. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1953.

[5] Professor *dr. Ing. Pomp, Anton*: Stahldraht. 2. Auflage. Verlag Stahleisen MBH, Düsseldorf, 1952.

[6] *Dr. Ing Heiligenstaedt, Werner*: Ipari kemencék Hőtechnikai Számításai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.

[7] *Dr. Széki János—dr. Horváth Zoltán:* Általános Kohászattan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.

[8] Oberbaurat *dr. Roll F.*: Handbuch der Giessereitechnik. Springer-Verlag, Berlin (Göttingen) Heidelberg, 1959.

[9] *Dr. Verő József*: Általános metallográfia I. Akadémiai kiadó, Budapest, 1953.

Műszaki és gazdasági hirek

Lengyelország Ausztriába 1964-ben 3000 t *kohóalumíniumot* szállít 1,38 millió USA $-áron. A szállítási szerződés több évre szól.
Alumínium 1964. 9. sz.

*

Új-Zélandban az Alcan Industries Ltd cég az 1961-ben üzembe helyezett *alumínium gyárát tovább bővíti*. Egy sajtoló üzemet épít, melynek gerince egy angol cég által szállított s ez év márciusában üzembe helyezett 2400 t-s rúdsajtó. Az új üzemben ablakkereteket, épület homlokzatdíszítő elemeket, autókarosszéria anyagokat sajtolnak.
Alumínium 1964. 3. sz.

*

Anglia *kohóalumíniumot* importál újabban egyre nagyobb mennyiségben a SZU-ból, t-ban

év	t	év	t
1957	15 696	1961	5 396
1959	15 853	1962	8 525
1960	3 743	1963	14 633

Alumínium 1964. 3. sz.

*

Törökországban az **Eregh-i** új *hengermű ónozott lemez* termelésre rendezkedik be. A termelést ez évben kezdik meg.
Montan 1964. IV. 21.

*

Melegen és hidegen *hengerelt lemeztermelés* megoszlása a **Montánunió** országaiban %-ban

	1962		1963	
	meleg	hideg	meleg	hideg
Belgium	21,3	78,7	18,3	81,7
Franciaország	20,7	79,3	17,0	83,0
Hollandia	3,7	96,3	2,4	97,6
Luxemburg	0,4	99,6	0,5	99,5
NSZK	26,7	73,3	22,9	77,1
Olaszország	7,9	92,1	5,2	94,8

Montan 1964. IV. 23.

*

Angliában ez évben *rekord folyékonyacél-gyártást* várnak, becslés szerint a termelés el fogja érni a 25,5 millió t-t. Az 1963. évi termelés 22,5, míg 1960-ban 24,5 millió t volt.
Montan 1964. V. 2.

*

Japán kohóművek Indiában a Kiriburu-i bányákból 350 000 t *vasércet vásároltak*. Ellentételként India Japánból a bánya fejlesztéséhez gépeket vásárol.
Montan 1964. V. 12.

Új acélgyártó eljárás, a vákuumos olvasztás*

MARTIN IMRE
okl. kohómérnök

(Folytatás)

DK 533.59 : 669.187.25

2. Dezoxidáció

Mivel az O pusztán vákuummal a fürdőből nem távolítható el, dezoxidálásra van szükség. A dezoxidálás kivitele azonban részben eltér a megszokottól, mivel ebben az esetben kihasználható a csökkentett nyomásnak a redukció sebességére kifejtett hatása. A vákuumolvasztás gyakorlatában háromféle dezoxidálási megoldást használnak, mégpedig a C-nal, H-nel és ha szükséges a nagy O-potenciálú fémekkel végzett dezoxidálást.

A hagyományos acélgyártáskor használatos dezoxidálás közben — amikor Mn-nal, Si-mal és Al-mal kötjük le a fürdőben oldott O-t — a reakciók lefolyására nincs hatással az olvasztótér nyomása, mivel a rekaciótermékek folyékony, vagy szilárd állapotúak. A nyomás változása a legkisebb kényszer elve értelmében viszont csak azokra a reakciókra van hatással, amelyek reakciótermékе gázalakú és melyek egyenletének két oldalán nem azonos a gázhalmazállapotú molok száma. A nyomás csökkentése abba az irányba tolja el az egyensúlyt, amelyik oldalon több mol gáz van, vagyis amelyik oldalon nagyobb a gázok térfogata. Ez az elv vonatkozik a

$$[C] + [O] \rightleftarrows CO \text{ gáz} \qquad (2)$$

reakcióra is, melynek egyensúlyi állandója :

$$K = \frac{p_{CO(atm)}}{a_{[C]} a_{[O]}}, \qquad (3)$$

illetve

$$K' = \frac{p_{CO(atm)}}{[C\%][O\%]}. \qquad (4)$$

Mivel az egyensúlyi állandó csak a hőmérséklet függvénye, a $[C\%]\cdot[O\%]$ szorzat értéke adott hőmérsékleten a p_{co}-tól függ. Minél kisebb a nyomás, annál kisebb a $[C\%]\cdot[O\%]$ szorzat, ami azt jelenti, hogy a nyomás csökkenésével ugyanazon karbontartalommal mind kevesebb oxigén tart egyensúlyt és így a karbon dezoxidálóképessége erősen nő. A $[C\%]\cdot[O\%]$ szorzat azonban nemcsak a nyomástól, hanem az acél összetételétől is függ, ami az aktivitási együtthatókban jut kifejezésre. Az $a_{[O]}$ és $a_{[C]}$ értékei :

$$\lg a_{[O]} = -0{,}20\,[O\%] - 0{,}13\,[C\%] - 0{,}02\,[Si\%] - 0{,}041\,[Cr\%] - 0{,}27\,[V\%] - 0{,}35\,[Al\%] + 0{,}006\,[Ni\%] - 0{,}187\,[Ti\%]$$

$$\lg a_{[C]} = -0{,}22\,[C\%] - 0{,}35\,[O\%] + 0{,}09\,[Si\%] - 0{,}002\,[Mn\%] - 0{,}024\,[Cr\%] - 0{,}009\,[Mo\%] + 0{,}012\,[Ni\%]$$

Eszerint a fürdőből az oxigén C-nal messzemenően eltávolítható, figyelembevéve még azt a tényt is, hogy a C a többi oxidot is képes redukálni a szokásos 10^{-3}—10^{-4} torr-os vákuumtartományban.

A (4) egyenletből számított egyensúlyi $[C\%]\cdot[O\%]$ szorzat értékei $7{,}6\cdot10^{-1}$—$7{,}6\cdot10^{-5}$ torr-os vákuumtartományban $2{,}4\cdot10^{-7}$—$2{,}4\cdot10^{-10}$, míg 1 atm-án $2{,}4\cdot10^{-3}$. A gyakorlatban kapott értékek viszont ugyanezen nyomásokon, pl. 25 kg-os indukciós kemencében 1,0—$2{,}5\cdot10^{-6}$, 1000 kg-os kemencében pedig 1,0—$6\cdot10^{-5}$. A kapott értékek egyértelműen mutatják, hogy a nyomáscsökkenés mily hatásosan segíti a reakció lefolyását.

A karbonnal végzett dezoxidálás igen hatásos és használatos módszer, de az olyan ötvözetekkel, melyekben a megengedett végső C-tartalom igen kicsi (pl. Ni-alapú lágy mágneses anyagok), nagy óvatossággal kell eljárni.

A dezoxidálás másik módja, amikor a vákuumindukciós kemencében a fürdő felett H_2-atmoszférát létesítenek, ami a kevésbé stabilis oxidokat az alábbi alapreakció szerint redukálja

$$[O] + H_2 \text{ gáz} \rightleftarrows H_2O \text{ gáz} \qquad (5)$$

A folyamat egyensúlyi állandója :

$$K = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}} \frac{1}{a_{[O]}}, \qquad (6)$$

illetve

$$K' = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}} \cdot \frac{1}{[O\%]} = 3{,}95 \qquad (7)$$

A H_2 redukálóképessége annál hatásosabb, minél nagyobb a fürdő felett levő H_2-atmoszféra nyomása és minél kisebb a fürdő felett levő gáz H_2O/H_2 aránya. Ezek szerint magának a vákuumnak nincs hatása a H_2-nel végzett dezoxidációra, viszont szükséges, hogy a dezoxidálás után eltávolítsuk a fürdőben oldott nagymennyiségű hidrogént. Pl. ha az eltávozó gáz H_2O/H_2 aránya $7{,}9\cdot10^{-4}$ (—12 C° harmatpontú hidrogénnek felel meg), akkor $2\cdot10^{-4}$ %-ra csökken a fürdő oxigéntartalma. Ez a dezoxidálási mód hosszadalmasabb és költségesebb a karbonos dezoxidációnál, de olyan ötvözetekhez, melyekben a lehető legkisebb C és O elérése a cél (lágy mágneses anyagok), igen jó eredménnyel használható.

Az említett két dezoxidálási megoldás rendkívüli előnye, hogy gázalakú redukciós termék keletkezik, amely eltávozik a rendszerből és nem képez nemfémes zárványokat.

A fenti tények viszont feltétlen amellett szólnak, hogy a vákuumolvasztásnak csak akkor van értelme és nagyobbmérvű hatása az ötvözetek tisztaságára és tulajdonságjavulásra, ha az ötvözés céljait szolgáló nagy O-potenciálú fémek (Al, Ti, Si, Mn) hozagolása előtt az O-tartalmat a fenti eljárásokkal a minimálisra csökkentjük. Csak így tudjuk biztosítani a zárványmentes, tiszta ötvözetet. Ellenkező esetben ugyanolyan mértékben szennyezett anyagot kapunk, mint a hagyományos acélgyártó módokkal.

* A Kohászati Lapok 1964. évi 7. számában megjelent dolgozat folytatása.

3. Tégely és fürdő közti kölcsönhatás

Az indukciós olvasztás során, ahol a fürdő fémoxidokból álló tégelyfalazattal érintkezik, kölcsönhatás van a fürdő és a falazat között. E kölcsönhatás folyamán vagy oxigén, vagy a redukálódó oxid féme jut a fürdőbe, az

$$Me_1 + Me_2 = Me_2O + Me_1 \qquad (8)$$

alapreakció szerint.

A csökkentett nyomás általában segíti ezeket a reakciókat, mivel a reakciótermék a legtöbb esetben gázalakú. A C például a nyomás csökkentésével mind jobban redukálja a falazatot szénmonoxid-fejlődés közben a következő egyenlet szerint, miközben a fürdő Al-tartalma nő.

$$Al_2O_3 + 3[C] = 2[Al] + 3CO \qquad (9)$$

A fürdő más fémes alkotói is megtámadhatják a falazatot, miáltal nő a zárványtartalom és rongálódik a falazat. Ezt példázza a (10) és (11) reakcióegyenlet :

$$2SiO_2 + [Ti] = 2[Si] + TiO_2 \qquad (10)$$

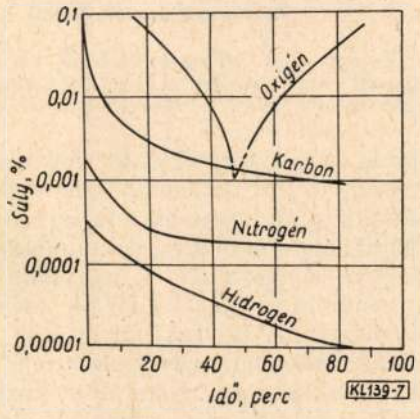
$$MgO + 2/3[Al] = 1/3Al_2O_3 + Mg_{gőz} \qquad (11)$$

Fentiekből következik, hogy vákuumindukciós kemencében fennáll a fürdőnek a tégely falazatából származó, zárványokkal való szennyeződése. Ez a veszély viszont nem áll fenn villamosíves olvasztáskor, ahol a fürdő nem érintkezik tűzálló oxidokkal.

Magnéziumoxid tégely használatakor szerepet játszik az

$$MgO = Mg_{gőz} + [O]$$

reakció is, mely szerint O jut a fürdőbe. Az olvasztás folyamán a fürdő O-tartalma először csökken, azután egy minimális értéket elérve ismét növekszik. Először ugyanis a C-koncentráció csökkenésével csökken a C + O reakció sebessége. Amikor a két sebesség azonos lesz, a fürdő eléri a minimális O-tartalmat. Ezt követően a fürdőtégely reakció jut érvényre *(7. ábra)*.



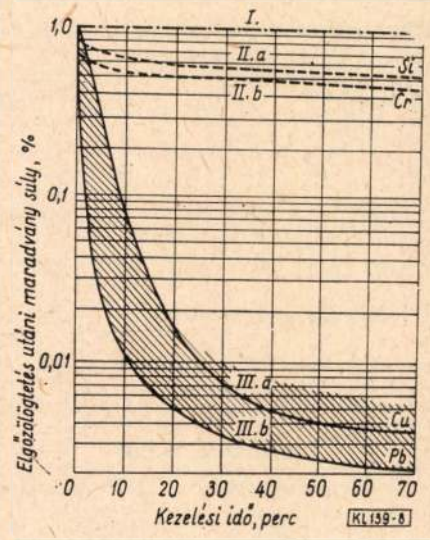
7. ábra. A vas gáztartalmának változása vákuumban végzett olvasztáskor

A fürdő C-nos dezoxidációjakor, amikor kis C-felesleggel dolgoznak, a tégelyből a fürdőbe jutó O oxidálni képes ezt a felesleget és így ezzel a dezoxidálási móddal is sikerül minimális C-tartalmat biztosítani.

4. Alkotók elgőzölgése

A vákuumolvasztás folyamán a fürdő azon alkotói, melyeknek parciális gőznyomása nagyobb, mint a fürdő feletti nyomás, elgőzölögnek.

A Mn, Cu, Zn, Pb indukciós olvasztásközben gyakorlatilag teljesen, míg a Cr, As, S, Si csak részlegesen, valamilyen meghatározott értékig gőzölög el. A Ni, Mo és P nem változik, sőt kereskedelmi ötvözetekben az előbbi kettő a vas elgőzölgése miatt dúsul.



8. ábra. Az egyes ötvöző fémek viselkedése 10^{-3} torr vákuumban végzett indukciós olvasztáskor
I = Ni, Mo, P ; II/a—II/b = Si, S, As, Cr ; III/a — III/b = Mn, Cu, Sn, Zn, Pb

A *8. ábrán* az egyes ötvözőelemek változását láthatjuk indukciós olvasztáskor, 10^{-3} torr vákuumban.

A vákuum ívfényes kemencében az elgőzölgésre rendelkezésre álló idő rövidsége miatt csupán a legillékonyabb elemek ; a Mn, Cu, Sn, P távoznak, de kisebb mértékben, mint indukciós olvasztáskor. A villamosív aránylag nagy hőmérséklete azonban bizonyos mértékig segíti az említett elemek elgőzölgését.

A vákuumolvasztás hatása az acélok és ötvözetek tulajdonságaira

Ha megvizsgáljuk a vákuumolvasztás hatását az egyes acélok és ötvözetek tulajdonságaira, azt láthatjuk, hogy az eljárás — kedvező metallurgiai viszonyaiból adódóan — sok felhasználáshoz kedvező hatású.

A zárványszegény, homogén anyagoknak javul az alakíthatósága, képlékenysége, nyúlása, kontrakciója, ütőmunkája, kifáradása, hőállósága, savállósága, mágneses tulajdonsága.

Az alábbiakban néhány — általában vákuumban olvasztott — gyengén ötvözött és nagy hőállóságú szerkezeti acélra, golyóscsapágyacélra, rozsdaálló króm-, és krómnikkel acélra és a nagy hőállóságú ötvözetekre, azaz szuperötvözetekre kívánok példákat bemutatni, hogy érzékelhessük az elérhető minőségjavulást.

A mechanikai tulajdonságokra kifejtett hatás elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a keresz-

irányú próbák értékei közel vannak és sokszor megegyeznek a hosszirányúakéval. Ez az anyag nagy tisztaságával magyarázható.

A levegőn és vákuumban olvasztott anyagok hosszirányban mért szakítószilárdsága, folyáshatára, valamint nyúlása között — különösen szerkezeti acélokban — nem mutatkozik különbség. Nagy különbség azonban a kétféle módon olvasztott anyagok keresztirányú nyúlása, továbbá a bármely irányból vett ütőmunka között.

1. táblázat

30 **CrNiMo8 nemesíthető acél viszonyított értékei**

Szilárdsági határ

Rúd, mm	Olv. módja	σ_B kg/mm²		σ_F kg/mm²		δ_5 %		α_k mkg/cm²	
		H	K	H	K	H	K	H	K
30	L	100	97	100	98	100	60	100	50
	V	102	100	103	102	100	92	115	95
130	L	100	97	100	98	100	70	100	60
	V	95	95	96	96	100	100	135	110

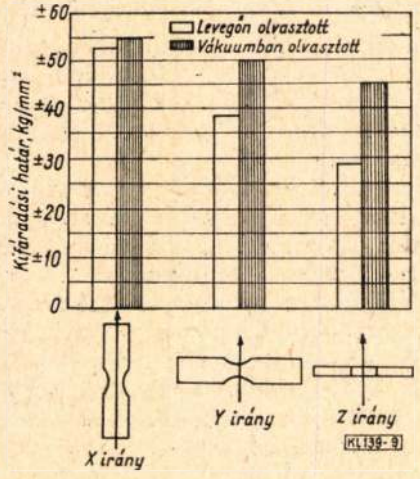
H = hosszirányban, K = keresztirányban.

Kifáradási határ

Olvasztás módja	Hosszirányban	Keresztirányban	
	x irány	*y* irány	*z* irány
L	100	75	55
V	105	95	85

L = légköri nyomáson, V = vákuumban x, y, z irányt lásd a 9. ábrán

Az *1. táblázatban* a DIN 30 CrNi Mo8 (az acél összetétele: 0,30% C; 2% Cr; 2% Ni; 0,30% Mo) nemesíthető szerkezeti acél szilárdsági mutatóit láthatjuk atmoszférikus és villamosíves vákuumolvasztáskor. A viszonyítás a levegőn olvasztott anyagon hosszirányban mért szilárdsági értékekre vonatkoztatva szól oly módon, hogy a hosszirányban mérteket vettük 100-nak. A próbatestek 1,5 tonnás tuskóból kovácsolt 30 mm-es és 130 mm-es átmérőjű rudakból származnak.



9. ábra. 30CrNiMo8 nemesíthető acél 3 irányban mért kifáradási határa

Nagy mértékben nő az acél kifáradási határa is. A különbséget a *9. ábrán* láthatjuk. A *x*, *y* és *z* irányok a három egymásra merőleges koordinátairányokat jelentik.

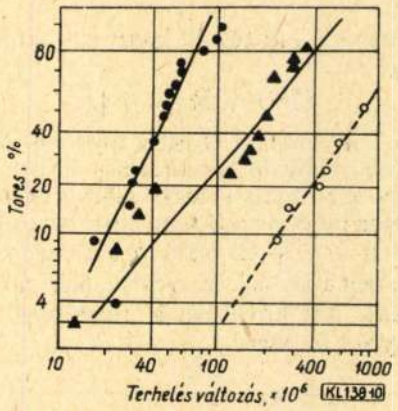
Golyóscsapágyacéllal végzett vizsgálatok is bebizonyították a vákuumolvasztás nagymérvű javító hatását a kifáradásra. A *2. táblázatban*

2. táblázat

A különböző eljárásokkal gyártott AISJ52100 golyóscsapágyacél kifáradási határai

Olvasztási eljárás	Kifáradási határ, kg/mm²			
	$2 \cdot 10^7$ terh. változáskor		10^8 terh. változáskor	
	kg/mm²	arány	kg/mm²	arány
Savanyú Martin	79	118	69	113
Bázikus villamosív..	67	100	61	100
Savanyú indukciós .	72	107	64	105
Vákuum-indukciós ..	98	146	90	147
Vákuum-villamosív: bázikus villamosív elektródával .	81	121	75	123
Vákuum-villamosív: Savanyú S M elektródával	96	143	90	147

láthatjuk összehasonlítva a különböző eljárásokkal készült 1% C, 1,5% Cr-tartalmú acélok kifáradási határait. A *10. ábrában* összefoglalt értékek alapján az anyag 50%-a tört el $8 \cdot 10^8$ fordulat után, míg a szokványos olvasztásúval már $0{,}5—2 \cdot 10^8$ fordulat után kapták ugyanezt a törési százalékot. Kétségtelenül nagyobb tehát a vákuumban olvasztott csapágyak élettartama. A nagyfokú anyagtisztaság ezenkívül még a csapágyak méretállandóságát is javítja. A táblázatból kitűnik a villamosíves olvasztáshoz felhasznált elektródák tisztaságának kedvező hatása is. Nem mutatkozik azonban különbség az indukciós és leolvadó elektródás vákuumkemencében olvasztott anyagok között.

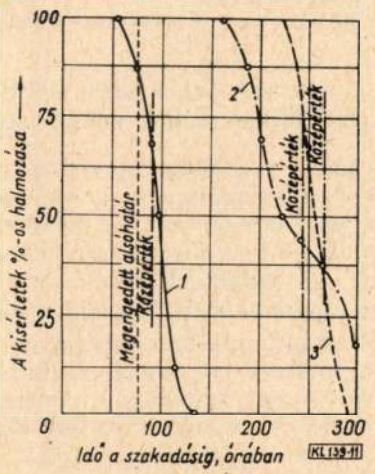


10. ábra. Levegőn és vákuumindukciós kemencében olvasztott csapágyacélok kifáradási határa

● ▼ = levegőn olvasztott anyag, ○ = vákuumban olvasztott anyagok

A 0,06% C- és 16% Cr-tartalmú ferrites krómacélokban (C = 0,06%, Cr = 16%) nagy mértékben csökkent a ridegtörést okozó átalakulás hőmérséklete. A légköri nyomáson olvasztott anyagok +100—125 C°-on, míg a vákuumban olvasztott acélok —50 C°-on ridegednek el.

A vákuumolvasztás nagy mértékben javítja a hőálló ötvözetek (szuperötvözet) tulajdonságait is. A hőszilárdság erős javulása az anyagtisztaságon kívül elsősorban a nagy oxigénpotenciálú ötvözők, az Al, Ti, Cr nagymérvű és pontos oldatbavihetőségével magyarázható. E fémek ötvözési hatásfoka és találati biztonsága igen kedvező. Amíg a Ti és Al ötvözés hatásfoka levegőn 70—80%, vákuumban 97%. A Cr és Mo 97—100%-os hatásfokkal ötvözhető. Jelentős szerepe van annak is, hogy ezeket az ötvözőket a már előzőleg messzemenően oxigéntelenített és nitrogéntelenített fürdőbe adagoljuk, így csak igen kis részük képez oxidokat és karbonnitrideket, míg legnagyobb részük szilárd oldatként van jelen. Több szabad Ti és Al áll rendelkezésre az ötvözet melegszilárdságát növelő Ni_3TiAl vegyület képződéséhez. Az Sn, Bi, Pb és Sb eltávozása is kedvező hatású.

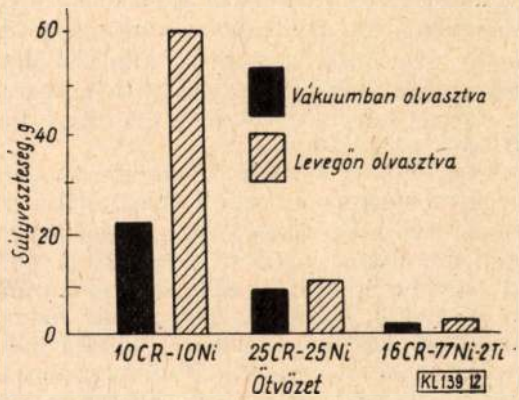


11. ábra. A levegőn és vákuumban olvasztott kovácsolt Wespalloy ötvözet tartósfolyási értékei

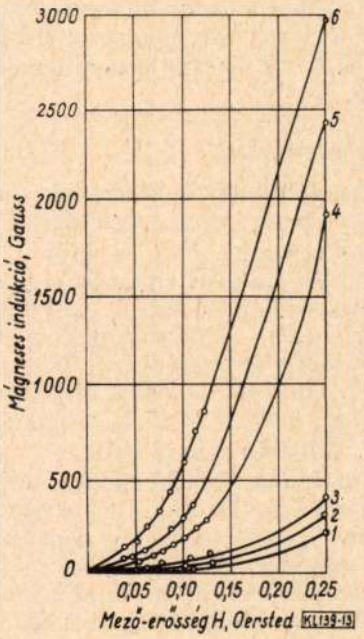
Terhelés: 23 kg/mm², hőmérséklet: 815 C° *1* = levegőn olvasztott, *2* = vákuumban olvasztott, *3* = legkedvezőbb olvasztási feltételek betartásakor

A Wespalloy típusú ötvözet hőszilárdságjavulását a *11. ábra* mutatja be (összetétel: C = 0,08%; Cr = 19,5%; Mo = 4,3%; Co = = 13,5; Al = 1,3%; Ti = 3,1%; Fe = 1,25%; Ni = maradék). A 11. ábra az ötvözet szakadásáig mért nyúlási időt tünteti fel, 815 C°-on 23 kg/mm² terheléssel végzett vizsgálat során. A javulási arány a vákuumban olvasztott anyagok javára 100 : 300, ha a levegőn olvasztott adag középértékeit vesszük 100-nak. Ezzel a javulással arányosan nő a nagy hőfokon dolgozó gépalkatrészek élettartama is.

Kiemelendő még a melegalakításra kifejtett kedvező hatás is. Sok olyan hőálló acél, mely levegőn olvasztva nem, illetve igen rosszul kovácsolódik, vákuumban olvasztva megfelelő képlékenységű. A szuperötvözetek alakíthatóságát ugyanis a jelenlevő TiO_2, TiN, Al_2O_3 zárványok nagy mértékben rontják, mivel melegmegmunkálás közben repedéseket okoznak. Az MSZ H9Ni ötvözet is csak nagy selejttel volt kovácsolható, vákuumban olvasztva viszont a selejt a minimumra csökkent. A *12. ábra* mutatja a vákuumolvasztás kedvező hatását a saválló acélok korrózióállóságára, míg a *13. ábra* a 4% Si-tartalmú transzformátoracél mágneses tulajdonságainak javulását szemlélteti.



12. ábra. Vákuumolvasztás hatása a saválló acélok korrózióállóságára



13. ábra. 4% Si-tartalmú transzformátoracél mágnesezhetőségi görbéje

1—3 görbék levegőn olvasztva, *4—6* görbék vákuumban olvasztva

Az elmondottakból egyértelműen látható, hogy a vákuumolvasztás messzemenően javítja az acélok és ötvözetek mechanikai, fizikai és egyéb tulajdonságait. A rendelkezésre álló metallurgiai adottságok helyes alkalmazásával nagy lehetőségek nyílnak a nemesacélok és erősen ötvözött anyagok gyártásának továbbfejlesztésére.

A vákuumolvasztásnak műszaki és gazdasági vonatkozásai

A vákuummetallurgia elterjedését a műszaki szükségszerűség vetette fel, de felmerül a kérdés, melyik eljárást alkalmazzuk, figyelembe véve a metallurgiai folyamatból adódó előnyöket és a gazdaságosságot,

Az indukciós kemence elsősorban az összetétel pontos szabályozásával, a gáztartalom nagymérvű

eltávolításával és a reakcióképes elemek bevitelének lehetőségével, a villamosív kemence a tűzálló anyagból származó zárványok kiküszöbölésével, a szövetdúsulások minimumra csökkentésével, nagy termelőképességével, illetve a nagy tuskók gyárthatóságával tűnik ki.

A két eljárás közül a villamosív az olcsóbb. Az elektronsugaras kemencék használata acélok és szuperötvözetek olvasztására még egészen újkeletű, mondhatni kísérleti szakaszban van, bár mind nagyobb érdeklődés nyilvánul meg irányukban. Termelési költségei nagyobbak lesznek a villamosíves vákuum kemence költségeinél, de nem oly nagyok, hogy a rendkívül nagy tisztaságú acélok előállítására használata lehetetlen legyen.

Valamely eljárás használatát nemcsak a metallurgiai előnyök határozzák meg, hanem az üzemköltségei is. Ezért röviden elemezni kívánom a Vasipari Kutató Intézet Közgazdasági Csoportjának gazdasági értékelése alapján a vákuumindukciós és a leolvadó elektródás villamosív vákuum kemencék üzemköltségeit, szembeállítva egymással és a szokványos atmoszférikus eljárások költségeivel. A költségeket nyugatnémet márkában adom meg.

Energiaigényesség

A vákuumindukciós kemencék villamosenergia-igénye 2—3-szorosa az atmoszferikus indukciós kemencéének. Addig, míg az utóbbi berendezés 0,85—0,65 kWó/kg acél villamosenergiát fogyaszt (25—2000 kg-os kemencékben), az előbbi energiafogyasztása 2,70—1,50 kWó/kg között mozog (150—2000 kg-os kemencékben). Az energia 30%-a olvasztásra, 40%-a a gépek (szivattyúk stb.) meghajtására, 15%-a a gáztalanításra és 15%-a egyéb fogyasztásra használódik el.

A villamosív kemencék fajlagos energiafogyasztása átlagosan 1,45 kWó/kg. Az energia 88—89%-a olvasztásra, 11—12%-a pedig a gépek stb. működtetéséhez szükséges.

Figyelembe kell még venni a berendezések — különösen a villamosív kemencék — vízhűtésére fordítandó energia mennyiségét is. Alant összehasonlítást tehetünk az egyes acélgyártó eljárások fajlagos energiafogyasztása között.

Olvasztóberendezés	Kemence adagsúlya t	Fajlagos fogyasztás kWó/t
Atm-ás indukciós kemence	0,025—2,0	850—650
Atm-ás villamosív kemence	2,0 —70	1000—550
Vákuum-indukciós kemence	0,15 —2,00	2700—1500
Vákuum-villamosív kemence beolv.	2,0 —100,00	1500—1350

Adagidő:

A vákuumolvasztások adagideje jóval hosszabb, mint az atmoszferikus levegőn végzett olvasztásoké. A 150—2000 kg-os vákuumindukciós kemencék átlagos adagideje 2,5—5,8 óra, míg a 2—100 tonnás villamosív vákuumkemencéké 6,5—82 óra. Atmoszferikus indukciós kemencében (25—2000 kg) ez az idő 0,5—1,5 óra.

A vákuumolvasztás hazai helyzete és távlati fejlesztésének néhány kérdése

A vákuumolvasztással kapcsolatos hazai kutatások 1958-ban kezdődtek el a Vasipari Kutató Intézetben, de csak a műszakilag megfelelő 20 kg-os vákuumindukciós berendezés üzembehelyezése óta — 1960-tól — foglalkozhattunk vele mélyrehatóbban. Az elmúlt idő alatt kidolgoztuk a magnéziumoxid és az alumíniumoxid-tégelyek zsugorítási módszerét, mellyel — üzemi körülmények között — kiváló tégelytartósági eredményeket lehet elérni. Az eljárás magyar szabadalom tárgyát képezi.

Az 1960. év jelentős fejlődést hozott a hazai vákuummetallurgiai üzemi munkában is. Ebben az évben helyeztek üzembe egy 80 kg-os és egy 150 kg-os vakuumindukciós kemencét. Az egyikben elsősorban különleges híradástechnikai fémeket és ötvözeteket, míg a másikban főleg hőálló ötvözeteket és szuperötvözeteket gyártanak.

A közölt munka összeállításában nagy segítséget jelentett a *Korán Imre* által rendelkezésemre bocsátott közgazdasági munka, melyért ezúton is hálás köszönetet mondok.

Műszaki eseménynaptár

Aug. 5. 70 éve (1894) született *Mihály Dénes* magyar származású feltaláló (megh. 1953) a hangosfilm és a távolbalátás (televízió) egyik igen jelentős úttörője.

7. 130 éve (1834) halt meg *Jacquard, Joseph Marie* takács és mechanikus (szül. 1752) a róla elnevezett mintás szövetek szövésére alkalmas gép feltalálója.

15. 50 éve (1914) nyílt meg a 82 km hosszú Panama csatorna.

16. 65 éve (1899) halt meg *Bunsen, Robert Wilhelm* német vegyész (szül. 1811), a Bunsen gázégő feltalálója, a színképelemzés egyik felfedezője.

17. 115 éve (1849) halt meg *Bodor Péter* erdélyi mérnök (szül. 1778) a Margitszigeten másolatban felállított Bodor-zenélőkút megszerkesztője.

19. 145 éve (1819) halt meg *Watt, James* angol műszerész (szül. 1736), a gőzgép egyik feltalálója.

23. 115 éve (1849) halt meg *Maderspach Károly* magyar mérnök (szül. 1791), egy újrendszerű függőhíd feltalálója.

27. 105 éve (1859) „született" a kőolajipar, *Drake, Edvin L.* ezredes fúrása nyomán a pennsylvaniai Titusvilleben 21,2 m mély fúrásból felszökött az első olaj.

Az összeállított Műszaki Eseménynaptár nem teljes. A vonatkozó szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Felvilágosítást ad Pap János (telefon: 336-309).

Hőátadás javítása ipari kemencék munkaterében

Dr. BÍRÓ ATTILA ig. helyettes
KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézet

DK 662.612.3 : 662.69 : 669.183.21

A számításokban felhasznált jelölések :

B a sebesség növekedési tényező
d az égőnyílás átmérője, m
d_1 az égőnyílás átmérője az alapkísérletben, m
d_2 az égőnyílás megváltozott átmérője, m
F a hőátadásban részt vevő anyag felülete, m²
F_1 égőnyílás felszíne az alapkísérletben, m²
F_2 az égőnyílás megváltozott felszíne, m²
I az érintkezés időtartama, ó
p_1 nyomás az égőben az alapkísérletben, mm v.o.
p_2 megváltozott nyomás az égőben, mm v.o.
S_1 áramlási sebesség a munkatér egy pontjában az alapkísérletben, m/s
S_2 megváltozott áramlási sebesség a munkatér S_1-gyel azonos pontjában, m/s
T a befúvás időtartama, ó
t_1 a felülettel érintkező meleg közeg közepes hőmérséklete, C°
t_2 a melegített felület közepes hőmérséklete, C°
V a kísérleti közeg mennyisége, Nm³/ó
v_1 a befúvás sebessége az alapkísérletben, m/s
v_2 a befúvás megváltozott sebessége, m/s
α az áramlás hőátadási száma, kcal/m².ó. C°
γ a gáz fajsúlya, kg/m³
ϱ a közeg sűrűsége, kg/m³

Az ipari kemencékkel szemben támasztott követelmények állandó növekedése arra ösztönzi a kemencetervezőket, hogy olyan megoldásokat keressenek, melyek azonos fűtőanyagmennyiség elégetésével növelik a hasznos hőmennyiséget és a kemence hatásfokát, ami a hőátadás sebességének fokozását teszi szükségessé.

Azoknak a kísérleteknek, melyek a kemencék kapacitásának növelését a láng sugárzóképességének, vagy a füstgázhőmérsékletnek növelésével akarták megoldani, határt szabtak a fűtőanyagok által adott lehetőségek, illetve az előmelegítő berendezések és tűzálló anyagok tulajdonságai.

Az ipari kemencék munkaterében az időegység alatt azonos hőterheléssel átadható hőmennyiséget növelhetjük olyan módon is, hogy megnöveljük a kemence munkaterében létrejövő konvektív hőátadást. Ennek a módszernek felhasználását gátolja az elmúlt két évtizedben uralkodóvá vált nézet, mely szerint a konvektív hőátadásnak csak kis szerepe van a teljes hőátadásban. Ez a szemlélet nem vette figyelembe, hogy a falsugárzással átadott hőmennyiség nagy része is a füstgázokból konvektív úton adódik át a falazatnak, s így a fal sugárzása a hőátadásban csak közvetítő szerepet játszik.

Mint ismeretes, a konvektív úton átadott hőmennyiséget a Newton-féle hőátadási képlettel számíthatjuk ki :

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2) \cdot I$$

Amint a képletből látjuk, az egységnyi felületen egységnyi idő alatt átadott hőmennyiség a hőleadó és hőfelvevő anyag hőmérsékletén kívül az α hőátadási számtól függ. A hőátadási számot döntően módosítja az áramlás sebessége, vagyis az a sebesség, mellyel a füstgázok a kemence munkaterén átáramolva a hőfelvevő felületekkel érintkeznek. Az áramlási sebesség ismeretében számítással meghatározhatjuk az egyes felületeken átadott hőmennyiséget. (A Kohászati Lapok 1962. 9. számának 393—397. oldalán részletesen ismertettük a kemencék munkaterében kialakult áramlási viszonyok tanulmányozására használt modellezési módszert, a modellezés eredményeinek átszámítását az üzemi viszonyokra, a hőátadási tényező változását az áramlás sebességével stb.-t. A továbbiakban ennek a közleménynek a tartalmát ismertnek tételezzük fel.)

A kemence munkaterében létrejövő konvektív hőátadás mértéke az áramlás sebességétől függ, az áramlás sebessége pedig a munkatér bármely pontjában a belépő fűtőanyag mozgási energiájának függvénye. Ahhoz, hogy a tervezés során figyelembe vehessük a mozgási energia változásának hatását, meg kell állapítanunk az égő szabad keresztmetszete, a belépő közeg nyomása, a fűtőanyag belépő sebessége, valamint a munkatér különböző pontjaiban létrejövő áramlási sebesség között fennálló összefüggéseket. Ennek első lépéseként számítsuk ki, hogy az égő szabad keresztmetszetének változtatásával hogyan kell a fűtőanyag belépő sebességét azzal a céllal változtatni, hogy a belépő közeg mozgási energiája azonos maradjon.

Az időegység alatt bevitt kísérleti közeg mennyisége :

$$V = \frac{d^2}{4} \cdot v$$

A közeg tömege :

$$m = V \cdot \varrho$$

ahonnan :

$$m = \frac{d^2 \cdot v \cdot \varrho}{4}$$

Ennek felhasználásával a mozgási energia :

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot v^3 \cdot \varrho}{8}$$

A mozgási energia azonosságából :

$$\frac{d_1^2 \cdot \pi \cdot v_1^3 \cdot \varrho}{8} = \frac{d_2^2 \cdot \pi \cdot v_2^3 \cdot \varrho}{8}$$

Egyszerűsítve :

$$d_1^2 \cdot v_1^3 = d_2^2 \cdot v_2^3$$

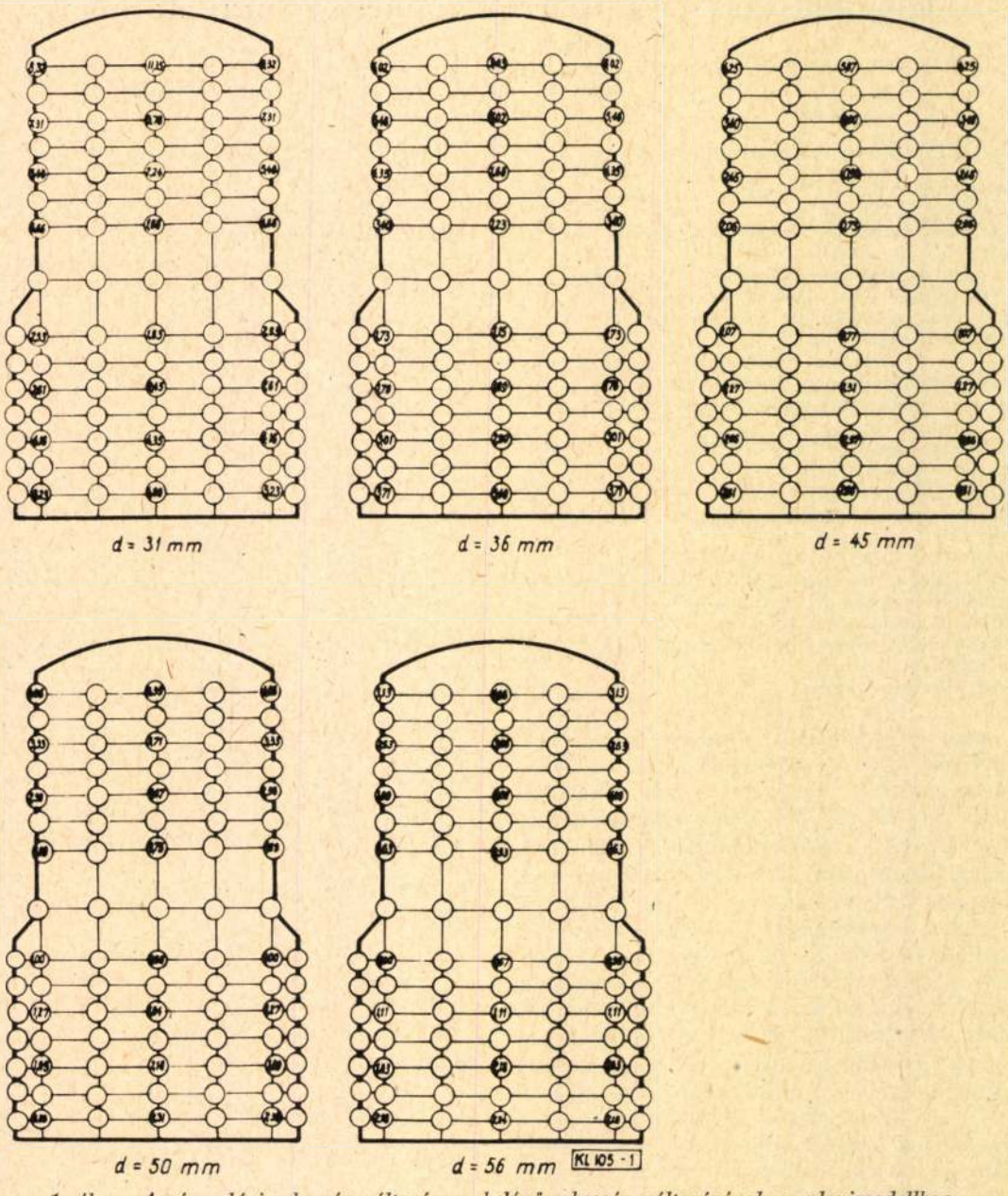
vagyis :

$$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3$$

Ebből kifejezve a v_2-t :

$$v_2 = v_1 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2} = v_1 \cdot B$$

A köbgyökös kifejezést nevezzük el B sebességnövekedési tényezőnek. A képletből leolvashatjuk, hogy abban az esetben, ha az égő szabad



1. ábra. Az áramlási sebesség változása a belépő sebesség változásával a pleximodellben

Az ábrában a VII. sík van feltüntetve, a mérést a tuskóval berakott állapotban végeztük. A körbe beírt számok a kör középpontjában mért sebességeket jelentik

keresztmetszetét csökkentjük — a képlet szerint — a bevitt tömeg csökkenését sebességnöveléssel kell pótolni ahhoz, hogy a belépő közeg mozgási energiája azonos maradjon.

A belépő közeg sebességének növelése megváltoztatja a hőátadást a kemence munkaterében. Annak ellenőrzésére, hogy a belépő sebesség változásával hogyan változik az áramlási sebesség a munkatér különböző pontjaiban, modellkísérleteket végeztünk. Egyirányú felsőtüzelésű mélykemence modelljébe a kísérlet teljes tartama alatt olyan levegőmennyiséget áramoltattunk, ami 1600 Nm^3/ó füstgázmennyiségnek felel meg. A modellen az égő szabad keresztmetszetét ugyanakkor 5 lépcsőben változtattuk. Az *1. ábrán* tuskóval berakott munkatérben az égőtől 2 m távolságra levő keresztirányú függőleges kemencesíkban (VII. sz. sík) látjuk az áramlási sebességeket. Az egyes ábrák felvételekor az 1 : 10 léptékarányban kisebbített modellbe 31,36, 45, 50 és 56 mm-es átmérőjű szabad keresztmetszeten juttattuk be az állandó mennyiségű kísérleti közeget.

Ha az eredetileg egységnyi sebességnek az 56 mm átmérőjű befúvócső használatakor kialakuló sebességet vesszük és kiszámítjuk az egyes szűkítések használatakor bekövetkezett sebességnövekedést (az áramlási térképek adatainak átlagolásával), akkor az *1. táblázatban* feltüntetett égőfelszín-hányados szorzókat (sebességváltozást) kapjuk. Ezt összehasonlítva a modellben mért átlagos sebességnövekedéssel, azt látjuk, hogy a munkatér egyes pontjaiban a sebesség a kísérleti közeg belépési sebességénél kisebb mértékben változik.

1. táblázat

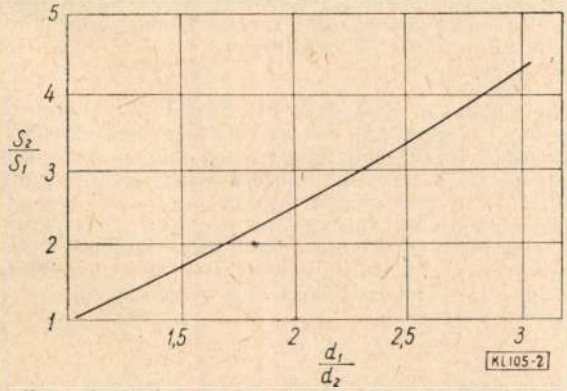
Az 1. ábra szerinti mérés eredményeinek feldolgozása

	Belépő nyílás átmérője, mm				
	31	36	45	50	56
A szabad égő keresztmetszetek hányadosa ..... (A belépő sebesség növekedése)	3,26	2,42	1,55	1,26	1,0
Mérési pont*	Sebesség szorzó a kemence tengelyében (*C* mérési sík)				
K 1	2,44	1,94	1,26	1,14	1,0
K 2	2,66	1,84	1,16	1,13	1,0
K 3	3,25	2,42	1,30	1,26	1,0
K 4	3,17	2,22	1,40	1,41	1,0
K 5	2,28	1,72	1,15	0,90	1,0
K 6	2,23	1,70	1,18	1,06	1,0
K 7	2,00	1,33	1,18	1,06	1,0
K 8	2,18	1,49	1,19	1,06	1,0
	Sebesség szorzó az oldalfalak mellett (*A* mérési sík)				
F 1	2,66	1,92	1,36	1,30	1,0
F 2	2,88	2,16	1,34	1,31	1,0
F 3	2,90	2,30	1,30	1,26	1,0
F 4	2,85	2,08	1,26	1,16	1,0
F 5	2,82	1,93	1,19	1,11	1,0
F 6	2,35	1,60	1,14	1,14	1,0
F 7	2,27	1,64	1,20	1,06	1,0
F 8	2,40	1,51	1,20	1,09	1,0
	Átlagos sebességnövekedés a tuskók közti síkban				
	2,5	1,82	1,24	1,11	1,0
	Átlagos sebességnövekedés az oldaldalak melletti síkban				
	2,64	1,88	1,24	1,15	1,0

* K = a kemence középvonalában
F = a kemencefal mellett

Számítsuk ki előző számításunk alapján a *B* sebességnövelési tényezőt kísérleti körülményeinkre :

	Égőátmérő, mm				
	31	36	45	50	56
$B =$	1,48	1,34	1,16	1,08	1,00



2. ábra. Az áramlási sebesség változása a kemence munkaterében az égő átmérőváltozás függvényében

Megvizsgálva a kísérleti eredmények átszámítását feltüntető 1. táblázat átlagos eredményeit azt látjuk, hogy ha a belépő sebesség növekedését elosztjuk *B*-vel, megkapjuk a munkatérben kialakuló sebességnövekedés szorzószámát (a sebességmérés hibáitól eltekintve). Ezzel kísérletileg igazoltuk, hogy a munkatér bármelyik pontjában kialakuló áramlási sebesség arányosan változik a belépő közeg mozgási energiájának változásával.

A munkatér bármelyik pontjában mérhető áramlási sebesség aránya és az égők szabad keresztmetszetének, illetve átmérőjének aránya, ha a bevitt fűtőanyag mennyisége közben nem változik :

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\frac{F_1}{F_2}}{\sqrt[3]{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2}} = \frac{\frac{d_1}{d_2}\sqrt[3]{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^3}}{\sqrt[3]{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2}} = \frac{d_1}{d_2}\sqrt[3]{\frac{d_1}{d_2}} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{\frac{4}{3}}$$

A képlet szerint a sebességnövekedés a munkatér bármelyik pontjában az égőátmérő változásának $\frac{4}{3}$ hatványával arányos. Ezzel kiszámíthatjuk a hőátadás javulásának mértékét a kemence munkaterében.

Az égő szabad keresztmetszetének csökkentése (a munkatérbe belépő közegek sebességének növelése) nagyobb nyomást követel meg az égő kilépő keresztmetszetében. Az ismert kiömlési képletből

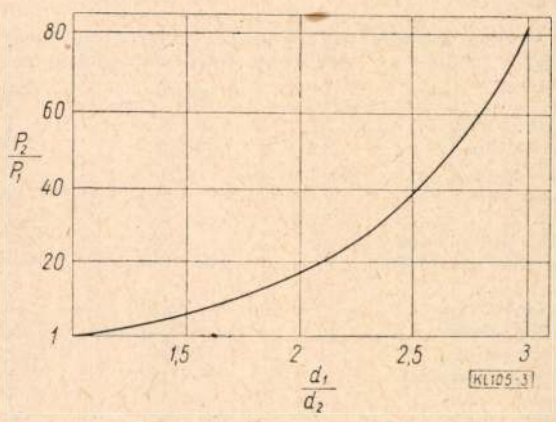
$$\sqrt{\frac{2g \cdot p}{\gamma}}$$

adódik az égőátmérő, ahol a kiömlési sebesség és a szükséges nyomás változásai között fennálló összefüggés :

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{d_1^4}{d_2^4} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

Amint láthatjuk, a munkatérben kialakuló áramlási sebesség növelése — azonos a fűtőanyagfogyasztással — megköveteli a belépő nyomás lé-



3. ábra. A szükséges nyomásnövekedés az égőben a beömlőnyílás átmérőjének változása során

nyeges (a sebesség növelésével négyzetes arányban való) növelését. A *2. ábrán* a munkatérben bekövetkező áramlási sebességváltozás és az égőátmérő változás összefüggését mutatjuk be. A *3. ábrán* az égőátmérő-változás és a szükséges nyomásváltozás összefüggése látható.

Az üzemeinkben használatos égők túlnyomó része nagyon kis nyomással dolgozik. A szokásos 10—40 mm v.o. átlagos nyomás különösebb nehézség nélkül növelhető 100—300 mm v.o.ra. Ilyen mértékű nyomásnöveléssel kb. kétszeresére növelhető az áramlási sebesség a munkatérben, ami mintegy 20—30%-os hőátadás-javulást hoz.

A Lenin Kohászati Művekben egy 6 egységből álló felsőtüzelésű mélykemence-csoport 3 egységét olyan égővel szereljük fel, melyek biztosítják a munkatérbe belépő fűtőanyag mozgási energiájának növekedését. A fűtőanyag mennyiségét és minőségét nem változtatjuk. A párhuzamosan üzemben tartott 3—3 egység munkájának összehasonlításával gyakorlatban is bebizonyítható lesz az az előny, mely a nagyobb nyomású égőkkel elérhető. Az átalakítás folyamatban van, a kísérleti eredményeket a következő cikkünkben ismertetjük.

Új kemencék tervezésekor nem hagyható figyelmen kívül a módszer kapacitásnövelő, gazdasági lehetősége egyetlen olyan tervező által sem, aki korszerű berendezést akar létrehozni. Ezt az elvet érvényesítik pl. a földgázzal tüzelt martinkemencékre, ahol az üzemi eredmények javulása vezette rá a szakembereket arra, hogy a tüzelőanyag nyomásának növelése az égőben javítja a kemence üzemi mutatóit.

Összefoglalás

Az ipari kemencék kapacitásának és gazdaságosságának növelésére egyszerű módszer a belépő fűtőanyag mozgási energiájának növelése. Ezt a fontos szempontot a jövőben minden olyan kemence tervezésekor szem előtt kell tartani, melyben az üzemi viszonyok megengedik az áramlási sebesség növelését. Új berendezések tervezésekor a korszerűsítés követelményeit figyelembe véve a kemence segédberendezéseit úgy kell kialakítani, hogy lehetővé tegyék a nagynyomású tüzelőberendezések használatát.

A munkatérben kialakuló áramlási sebesség növelése útján lényegesen növelhető a meglevő kemencék kapacitása.

A mozgási energia növekedéséből származó megváltozott viszonyok számítására és elemzésére nyújt lehetőséget az ismertetett számítási módszer.

Műszaki és gazdasági hírek

Japán az NSZK-nak, Spanyolországnak, Olaszországnak és Franciaországnak együttesen 300 000 t *szélesabroncsot* adott el tekercsben, Kínának pedig 1295 t ónozott és 3950 t hidegen hengerelt lemezt szállít.
Metall Bulletin 1964. V. 22.

*

Dánia *kohóalumíniumból* 1963-ban 9552 t-t importált a következő államokból t-ban:
Norvégiából 4031,7, SZU-ból 753,8, Kanadából 130,2, Ausztriából 101,6 és Magyarországból 100 t.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Finnország 1963-ban a következő mennyiségű *kohóalumíniumot* vásárolta t-ban:
Angliából 3021,7, Svédországból 2569,3, Belgiumból 2109,3, Ausztriából 576,3, Norvégiából 509,2, NSZK-ból 455,6, Franciaországból 377,7, Magyarországból 242,0, Svájcból 217,8, SZU-ból 118,3 t-t.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Angliai alumínium feldolgozó üzemek *gyártmányeloszlása* 1962- és 1963-ban t-ban az alábbi volt:

	1963	1962
Lemez szalag	182 881	176 556
Rúd és idom	46 797	43 067
Sajtolt cső	3 826	3 268
Húzott cső	9 832	7 990
Huzal	25 740	20 530
Sajtolt, kovácsáru	3 892	3 469
Féltermék összesen	272 968	254 888
Homoköntvény	19 100	18 963
Kokillaöntvény	58 275	52 945
Présöntvény	30 745	25 617
Öntvény összesen	108 120	97 525
Fólia	27 377	25 962
Paszta	4 200	3 682

Alumínium 1964. 4. sz.

*

Jugoszláviában 1963-ban 1 285 000 t *bauxitot* bányásztak. 1970-ig a bauxittermelést 3 millió t/évre kívánják növelni. A *kohóalumínium*-termelés az 1962. évi 27 980 t-ról 35 895 t-ra nőtt, 1970-re a termelés 200 000 t-ra fog fejlődni. A féltermény előállítás az 1962. évi 39 796 t-val szemben 43 020 t volt.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Olaszországban Milánótól 12 km-re **Pieve Emanuelában** a Trafilerie Laminatoi Metalli cég új alumínium gyárának termelési kapacitása 30 000 t/év. A gyárban a rúdsajtók 600—4000 t-ig terjednek. A lemezhengersorán 2 t-s tuskókat tud hengerelni, hideg duó és kvartó sora is van.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Magyarországon az almásfüzitői *alumíniumoxid* gyárat 1970-ig három lépcsőben 280 000 t-s kapacitásra bővítik ki. A beruházás 1,5 milliárd forintba fog kerülni. A szovjet—magyar alumínium egyezmény keretében kerül az alumíniumoxid szállításra.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Nigériában a Shell-BP Petroleum Development Company of Nigeria Ltd cég az Imo folyómenti **Owazaból** az Aba-i iparvidékig *gázvezetéket* fektet. A 30 km hosszú vezeték 6"-os alumínium csőből készül és csak az utolsó 3 km épül vasból. Az alumíniumnak az acélcsővel szemben több előnye van, így a trópusi nedvességet úgyszólván gondozás nélkül bírja, nem kell aszfalttal bevonni. Az utolsó szakasz azért készül acélból, mivel ez a későbbi csatlakozásokat megkönnyíti.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

A **lengyel** kormány terve szerint 1964-ben 47 500, 1965-ben 75 000 t *kohóalumíniumot* fognak termelni.
Alumínium 1964. 4. sz.

Redukáló anyagok nagyolvasztóba való befúvásának elméleti alapjai és távlati lehetőségei*

HORVÁTH JÁNOS—HALÁSZ JÓZSEF kohómérnökök, Ózdi Kohászati Üzemek

DK 669.162.263.001.5

1. A redukáló anyagok befúvásának elméleti alapjai

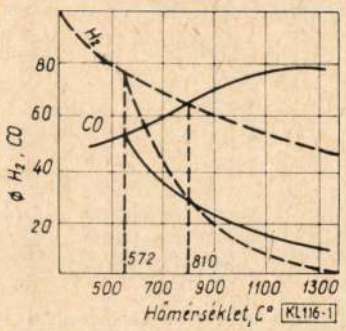
A nyersvasgyártás fajlagos mutatóinak megjavítása céljából egyre jobban tért hódít különböző redukáló és egyéb anyagoknak (földgáz, kamragáz, fűtőolaj, szénpor, kohógáz, vízgőz, oxigén stb.) a nagyolvasztó alsó öveibe való bejuttatása. Ezzel az új eljárással nagy kokszmegtakarítást és termelésnövekedést lehet elérni.

Redukálóanyagok befúvásakor nagymértékben megnő a gázzal végbemenő redukció részaránya (indirekt redukció), ezért elsősorban a redukciós viszonyok vizsgálatával célszerű foglalkozni, különösképpen pedig a medencegáz megnövekedett H_2-tartalma miatt a H_2 szerepével a redukciós folyamatokban.

Vasoxidok redukciója CO-val és H_2-vel [7]

A vasoxidok CO-val és H_2-vel végzett redukálásának reakciója térfogatváltozás nélkül megy végbe, ezért a nyomást állandónak vehetjük. Adott hőmérsékleten az egyensúlyi gázösszetétel minden reakcióban szigorúan meg van határozva és fordítva, ha megváltoztatjuk a CO_2 és CO viszonyt, vagy a H_2O és H_2 viszonyt, akkor a hőmérséklet — melyen az egyensúly beáll — szintén meghatározottá válik.

Következésképpen a $\frac{CO_2}{CO}$ — t° és $\frac{H_2O}{H_2}$ — t° koordináta rendszerben mindkét egyenletnek lesz egy görbéje, amely azokat a pontokat adja, melyek megfelelnek az egyik vagy másik reakció egyensúlyi állapotának. A reakció egyensúlyi feltételeinek összehasonlítása céljából az ismert



1. ábra. Az Fe-O-C és az Fe-O-H rendszerek egyensúlyi viszonyai

görbéket egy közös diagramra *(1. ábra)* egyesítjük. Látható, hogy 810 C°-nál (1083 K°) kisebb hőmérsékleten a CO jobban használható fel redukálásra, mint a hidrogén, mivel a gázfázisban nagyobb mennyiségű CO_2 lehet jelen, mint H_2O. Viszont, ha a hőmérséklet 810 C°-nál nagyobb, a hidrogén jobb redukálószer, mint a CO.

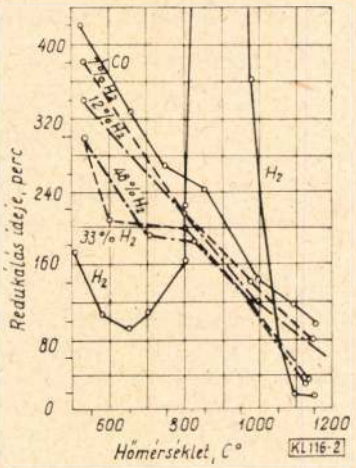
Direkt redukció során a CO olyan szerepet játszik, mintha oxigénközvetítő lenne, azaz elvonja az oxigént az ércből azzal, hogy az érc pórusain keresztül állandóan mélyebben és mélyebben hatol az anyagba, oda, ahová a szilárd karbon nem tud bejutni és ezt az oxigént átadja a karbonnak. Hasonló szerepet játszik a nyersvasgyártó folyamatban a hidrogén is azzal a különbséggel, hogy mivel a CO-nál jobb redukálószer, meggyorsítja a redukciót nemcsak a szilárd karbonnal, hanem a CO-val is. Ahol a redukció CO-val, vagy karbonnal nem eléggé gyors, a hidrogén jelenlétében élénkebben folyik. Ebben az esetben a képződött vízgőz a gázfázisban reakcióba lép a CO-val vagy a karbonnal, leadja az oxigénjét és ismét hidrogénné redukálódik. Ebből az következik, hogy ugyanaz a H_2 molekula többször is részt vesz a reakcióban. A hidrogén továbbá megkönnyíti a vasoxidnak CO-val való redukálását ugyanúgy, mint ahogy a CO könnyíti a szilárd karbonnal végbemenő redukciót.

A reakcióhő nem függ a hidrogénnek vagy vízgőznek a reakcióban való részvételétől, azaz egyenlő az indirekt, vagy direkt redukció reakcióhőjével. A hidrogén ugyanolyan oxigénközvetítő szerepet tölt be, mint amilyet az előzőkben tárgyalt direkt redukciós folyamatban a CO töltött be. A hidrogén ilyenképpen a nyersvasgyártó folyamatban redukálószerként nem feltétlen használódik fel, noha a redukciós folyamatokban igen nagy a szerepe.

A hidrogénnel, vagy CO-val végbemenő redukciósebesség összehasonlítása, valamint a hidrogén szerepe a mészégetés folyamatában

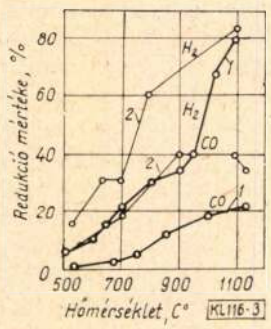
Ismereteink a redukció mechanizmusáról kielégítően magyarázzák a H_2 és a CO különböző redukáló-képességét. Az 1. ábrán látható, hogy 810 C° alatt a CO kisebb koncentrációban redukálja a vasat, mint a hidrogén. 810 C° fölött ez fordítva van. Ez a különbség azonban csak egyensúlyi összetételű gázkeverékkel jelentkezik és csak azt bizonyítja, hogy 810 C°-ig az egyensúlyi állapotnak megfelelő CO és CO_2 keverékben nagyobb mennyiségű CO_2 is lehetséges, mint amennyi H_2O, a H_2 és H_2O-ból álló keverékben. Minthogy az egyensúlyi feltételek nem határozzák meg a redukció sebességét, azért az 1. ábrából nem lehet következtetni arra, hogy a két gáz közül melyik redukál gyorsabban. Sok kísérleti adat bizonyítja azonban, hogy a hidrogén mind nagy, mind kis hőmérsékleten a vasoxiddal szemben sokkal energikusabb redukálószer, mint a CO. A *2. ábrából* megállapítható, hogy a hidrogénből

* Részlet az 1963-ban a balatonszéplaki konferencián elhangzott előadásból.

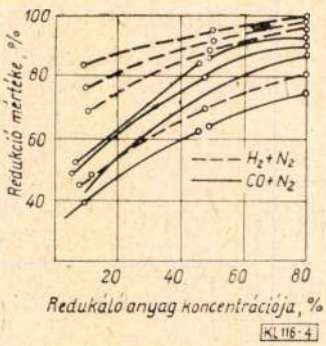


2. ábra. Magnetit érc redukálási ideje különböző összetételű CO-ból és H_2-ből álló gázelegyekkel a hőmérséklet függvényében

és CO-ból álló gázkeverék a magnetit ércet annál gyorsabban redukálja, minél nagyobb benne a hidrogén-koncentráció. A *3. ábrán* láthatók különböző hőmérsékleten a redukciófokok magnetit és minette ércekre CO-ra és H_2-re, ha az ércek átmérője 1,5 mm és a redukció ideje 10 perc.



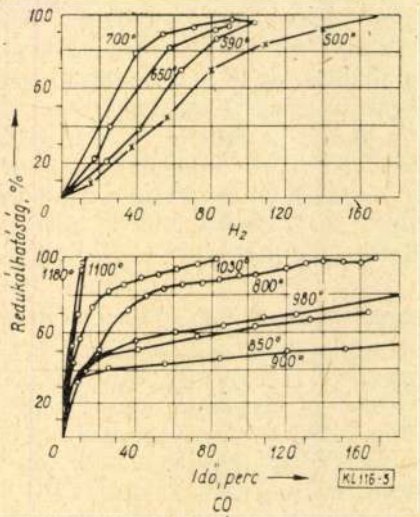
3. ábra. Magnetit és minette ércekre a redukció mértéke Co és H_2 áramban a hőmérséklet függvényében
1 magnetit, 2 minette



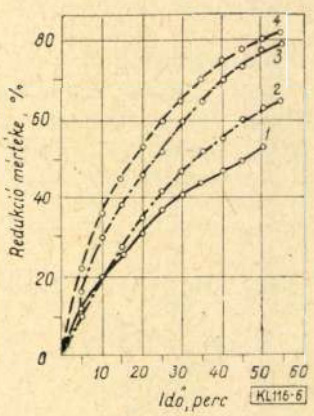
4. ábra. A redukció mértéke különböző gázkoncentrációk és a hőmérséklet függvényében
A négy szaggatott, illetve négy folytonos vonal felülről lefelé sorban 900, 800, 700 és 600 C°-on jelenti a redukciót

A *4. ábrán* egy porózus brikett redukciógörbéi láthatók $H_2 + N_2$ és $CO + N_2$ gázkeverékkel. A kísérletet különböző hőmérsékleten végezték egy órán keresztül. Az *5. ábrán* látható a redukált vas viszonylagos mennyisége, amikor a finom magnetitszemcséket CO-val és H_2-vel különböző hőmérsékleteken redukálták. Ezekből az adatokból megállapítható, hogy a hidrogén gyorsabban redukál, mint a CO.

Az utóbbi évek kutatásai alapján több kutató azt bizonyította, hogy 350—450 C°-on a CO-hoz adagolt hidrogén a kinetikus térségben lassítja az Fe_3O_4 redukciós folyamatát. Ez azzal magyarázható, hogy kis hőmérsékleten, amikor nem a diffúzió sebessége határozza meg a folyamatot, igen erős a vízgőz negatív hatása, amely szinte blokkolja az aktív centrumokat. A hőmérséklet emelésével egyidejűleg a H_2O fékező hatása csökken, míg az összes többi esetben a hidrogénnek a redukciót gyorsító hatása vitathatat-



5. ábra. Finomszemcséjű magnetit érc redukálhatósága CO-val és H_2-vel különböző hőmérsékleteken, az idő függvényében



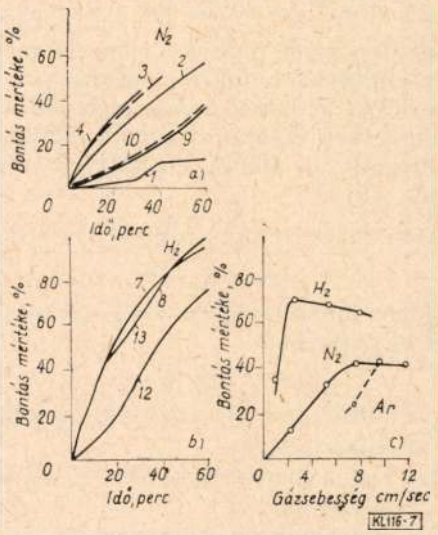
6. ábra. A H_2 koncentráció hatása a redukció mértékére CO és H_2 gázelegyben, az idő függvényében
1 H_2 0,0% CO 39,2%; *2* H_2 0,9%, CO 41,6%; *3* H_2 1,9%, CO 39,5%; *4* H_2 4,15%, CO 39%.

lan. A *6. ábrán* látható, hogy a hidrogénkoncentráció kismértékű növelése olyan gázkeverékben, amelynek összetétele azonos a nagyolvasztó gázkeverékével, hirtelen növeli a redukált vas mennyiségét. Ha azonban a gáznak a hidrogéntartalma 1,9%-nál nagyobb, ez a hatás csökken. A kismennyiségű hidrogén erős hatása azzal magyarázható, hogy a hidrogén kémiai aktivitása igen nagy, a redukcióban H_2O-vá alakul, utána a H_2O reakcióba lép a CO-val és újra H_2-t nyerünk. Így indirekt redukció folyik CO segítségével. Kis

mennyiségű hidrogén többször egymás után oxidálódhat és redukálódhat néhány másodperces nagyolvasztóban való tartózkodása alatt is. A hidrogénnek ezt a nagy aktivitását a CO-hoz képest korábban úgy magyarázták, hogy a hidrogén és a vízgőz jobban diffundál, mint a CO, vagy a CO_2. Magyarázzák azzal is, hogy az oxid felületén a hidrogénmolekulák ütközése nagyobb számú, ez a magyarázat azonban csak a diffúziós térségben lefolyó redukcióra vonatkozhat. Egyes kutatók kimutatták, hogy a kinetikus térségben elsődleges szerepet játszik a hidrogén vegyi aktivitása. A hidrogénnel és a CO-val lefolyó redukció kinetikáját olyan feltételek között tanulmányozták, amelyek kizárják a diffúzió hatásának lehetőségét. A kísérleteket 0,02 mm higanyoszlop vákuumban végezték 500 C°-os hőmérsékleten, a redukció kezdeti periódusában, amikor a fémvas réteg még kicsi. Ezek a feltételek lehetővé tették, hogy a redukció kinetikus térségben folyjék le. A megfigyelések szerint a tiszta hidrogénnel végzett redukció 20-szor gyorsabban zajlott le, mint a tiszta CO-val (800 C°-on tízszer gyorsabban). Ez a redukciós sebesség többszöröse volt annak, mint ami várható volt a hidrogén hatásaként, egyrészt a molekulák többszöri ütközése következtében, másrészt abból a feltevésből, hogy a hidrogén diffúziós képességének szerepe igen nagy. Az így nyert kísérleti adatok a hidrogén és a CO viszonylagos redukálóképességéről ismét bebizonyították, hogy az adszorbciós elmélet helyes. A hidrogén nagy aktivitása a hidrogén molekulák teljes szétszakítottságával magyarázható, ezért jobban adszorbeálódnak az oxid kristályrácsán. A redukció erős javulását bizonyítja a nagy fúvószél-nevességtartalommal dolgozó nagyolvasztók munkája, amikor a gáz hidrogéntartalma növekszik. *Szjomik* kutatásai alapján kimutatta [13], hogy a nedvességből származó hidrogénnek csak egy része távozik el a torokgázzal hidrogén alakjában, 30—40%-a pedig az elegy oxigéntartalmának hatására oxidálódik és mint vízgőz távozik el. A H_2 az előbbiekben leírt elv szerint többször egymás után részt vesz a redukcióban és közepes hőmérsékleti szinten elősegíti a vas indirekt redukciójának javítását. Csakis ezzel lehet magyarázni a fajlagos kokszfogyasztás csökkenését a gőzbefúváskor.

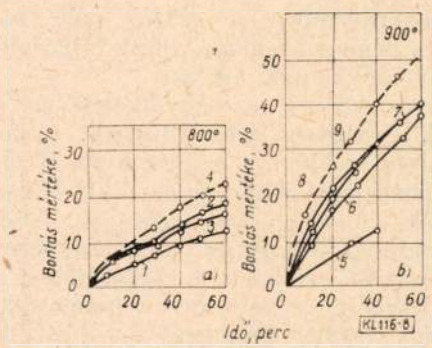
Laboratóriumi kísérlettel bebizonyították, hogy a $CaCO_3$ bomlási reakciójára a kemence hőmérsékletén a gázsebességén és a mészkő porozitásán stb. kívül igen nagy jelentőségű a gáz minősége is. Amint a *7. ábrán* látható, a $CaCO_3$ bomlási sebessége különböző nitrogén vagy hidrogén atmoszférában. A mészkő bomlási sebessége hidrogénáramban a nagyobb diffúziós sebességnek (amely a molekulasúlyok négyzetgyökével fordítva arányos) megfelelően lényegesen nagyobb, mint nitrogénben. A bomlási folyamat gyorsítását hidrogénáramban az váltja ki, hogy a hidrogénnek nagyobb a molekuláris diffúziója, másrészt a széndioxiddal reakcióba lép. Érdekes összehasonlítani az ábrán látható mészkőbomlás sebességeket nitrogén- és hidrogénáramban. Határértékű gázsebességen is a mészkő bomlási sebessége hidrogénáramban lényegesen nagyobb, mint nitrogénben, ami azzal magyarázható, hogy a hidrogén és a CO_2 között lejátszódó reakció növeli a tényleges bomlási reakció sebességét. $CO_2 + H_2 = H_2O + CO$ — — 9870 kcal. Ez a reakció 800 C° hőmérsékleten igen intenzíven folyik. Hidrogénáramban a berendezés hidegebb részein a vízlecsapódás megfigyelhető. A mészkőbomlás sebessége hidrogénáramban azonos hőmérsékleten nagy szemnagyságú mészkővel is lényegesen nagyobb, mint a nitrogénben. A *8. ábra* szerint 50 mm átmérőjű mészkövet égettek 800, illetve 900 C°-on 1 órán keresztül nitrogén- és hidrogénáramban.

Ez a jelenség lényeges jelentőségű a primérsalakképzés szempontjából, amelynek mennyisége és összetétele nagymértékben hat a nyersvasgyártás folyamatára.



7. ábra. A gázsebesség és összetétel hatása a mészkőbontásra

A rajz N_2 áramban bontás		*B* rajz H_2 áramban bontás	
Jel	Gázsebesség cm/s	Jel	Gázsebesség cm/s
1	0	*7*	2,6
2	5,7	*8*	5,2
3	7,7	*12*	1,3
4	9,7	*13*	7,7
9	2,6		
10	2,6 CO arány		



8. ábra. A gázsebesség hatása a mészkőbontásra

A rajz 800 C°			*B* rajz 900 C°		
Jel	Gáz	Gázsebesség cm/s	Jel	Gáz	Gázsebesség cm/s
1	N_2	4,3	*5*	N_2	0
2	N_2	9,2	*6*	N_2	10,1
3	N_2	12,4	*7*	N_2	20,2
4	H_2	13,1	*8*	N_2	40,3
			9	H_2	14,4

A direkt redukciós fok változása

A szénhidrogén-befúvás jelentős mértékben növeli az indirekt redukció részarányát, ugyanakkor a direkt redukció részaránya csökken.

Földgáz befúvásakor a direkt redukció fokának változását az alábbi képlettel számíthatjuk ki [2], [6], [8]:

$$\text{redukciós fok} = 0{,}31 - 0{,}16\ V_{CO} - 0{,}25\ V_{H_2}$$

$$r_d = r_{d_0} \cdot 10$$

Ha a földgáz metántartalma 90%-nál több, akkor a képlet egyszerűbb:

$$r_d = r_{d_0} \cdot 10^{-0{,}7\ m},$$

ahol r_{d_0} a direkt redukció mértéke a szokványos fúvólevegőben

V_{CO}, V_{H_2} a medencegáz CO- és H_2-tartalma $Nm^3/kg\ C_f$,

m a földgázfelhasználás $Nm^3/kg\ C_f$.

Természetesen a fenti képletek egyéb redukáló gázokra és olajra is felhasználhatók.

Az elméleti égéshőmérséklet és a hőviszonyok változása szénhidrogén befúvásakor

A redukálószer a nagyolvasztó medencéjébe jutva, a medencegáz CO- és H_2-tartalmát növeli, ennek következtében a gázzal való redukció részaránya is megnövekszik, ami a fajlagos koksz-fogyasztás csökkenését okozza.

Befúvás közben a nagyolvasztóban a hőviszonyok lényegesen megváltoznak. A medence hőmérséklete csökken, a nagyolvasztó felső részének hőmérséklete pedig emelkedik. Sokan úgy vélekednek, hogy a szénhidrogének bontása a nagyolvasztóban hőt kíván. Ezzel szemben a helyes fogalmazás az, hogy a szénhidrogén elégése CO-vá, illetve H_2-vé hőtermelő folyamatok, azonban az így termelt hőmennyiség jóval kisebb, mintha a koksz-karbon égne el. Ugyanakkor a megnövekedett medencegáz-mennyiség a medencéből több hőt visz el, tehát a fenti két tényező hatására a medencében a hőmérséklet csökken.

A medence hőmérsékletének állandó szinten való tartása céljából szénhidrogén befúvásakor emelni kell a fúvószél hőmérsékletét. Az emelés mértéke befúvott anyagonként, az elégési reakció hőhatásától függően más és más. Fűtőolaj 1 g/Nm^3 olajra 4—6 C° fúvószélhőmérséklet emelést kíván [4]. 1 g/Nm^3-enként a vízgőz igény 8,6—9,5 C°. Földgáz befúvásakor egy m^3 földgáz/1000 m^3 fúvólevegő 8—10 C° hőmérséklet emelést kíván. Ezek elméleti számok, melyeket a gyakorlat nem minden esetben tud használni. Előkészítetlen elegyhez, ahol a gáz eloszlása és átbocsátóképessége rossz, nem szükséges feltétlenül a szélhőmérséklet megadott emelése, mert a fentebb említett tényezők (a medencébe előkészített anyagok juttatása, a járat stabilisabbá tétele stb.) megjavulása a medence munkáját igen megkönnyíti (így pl. Ózdon).

Szénhidrogén vagy oxigén befúvásakor a különböző műszaki jellemzőket többen igyekeztek számítások révén előre meghatározni. E számítások helyességét a gyakorlat bizonyos eltérésekkel nagyrészt igazolta. Az eltérések oka az, hogy egyes tényezők hatását nem lehet számítással előre meghatározni. Ilyen tényezők: az elegy szemnagysága, a koksz portartalma, a koksz szilárdsága nagy hőmérsékleten, a nagyolvasztó nagysága és profilja, tapadékképződés, vízbetörés stb.

Az elméleti égéshőmérséklet földgázbefúváskor az alábbi képletből határozható meg: [2], [3], [6]

$$T = \frac{W_c + m \cdot q_G - 2{,}58 \varphi V_{f1} + I_{f1}}{C_0 \cdot V_g}\ C^\circ$$

ahol W_c a koksz-C CO-vá való elégésekor keletkezett hőmennyiség, $kcal/kg\ C_f$

m a redukáló gáz mennyisége, $Nm^3/kg\ C_f$

q_G a földgázból fejlesztett hőmennyiség, $kcal/Nm^3$ földgáz

I_{f1} a fúvószél által bevitt hőmennyiség, $kcal/kg\ C_f$

V_g a medencegáz mennyiség, $Nm^3/kg\ C_f$

C_0 a kétatomos gázok fajhője,

φ a vízgőz mennyisége Nm^3/m^3 száraz fúvólevegő.

A képletből megállapítható, hogy a medencegáz mennyiségének növekedésekor csökken az elméleti égéshőmérséklet.

A képlet természetesen egyéb redukálószerek befúvásakor is használható.

Számítások szerint a fúvószélben a H_2O-tartalom 1%-os emelkedése 45—50 C°-kal csökkenti az elméleti égéshőmérsékletet, a forrószél hőmérséklet 100 C°-os csökkentése pedig kb. 75 C°-kal.

Mindenesetre vitathatatlan, hogy a szénhidrogén nagyobb mennyiségű befúvása a fúvószélhőmérséklet lényeges emelését követeli meg, illetve másik lehetőség a fúvószélnek oxigénnel való dúsítása. Oxigénnek használata szénhidrogénnel együtt kiváló eredményeket biztosít (van, aki 200%-os termelésnövekedést jósol) [1], ez a módszer azonban igen nagy teljesítményű oxigéngyárak építését tenné szükségessé. Hazánkban megítélésünk szerint ez még nem jöhet számításba, ezért inkább a léghevítők tökéletesítésére kell törekednünk, amire már vannak értékes kezdeményezések és javaslatok. Ilyen az LKM-ben már működő kettőskupolás léghevítő, nagyolvasztónként négy léghevítő beállítása, a rácskapacitás jobb kihasználása érdekében a füstgázoknak elszívása több helyen, a kéményhuzat növelése ventillátorral, tűzálló beton használata, fűtőgáz dúsítása, osztottlángú égő használata stb. [11].

Ózdon kísérletet végeztünk a fúvólevegő oxigén-dúsításával, de a rendelkezésre álló 700 m^3/óra mennyiségű oxigén bevezetése nem hozott kiértékelhető eredményeket.

A járatintenzitás változása

Igen lényeges kérdés, hogy a redukálóanyagok bejuttatásakor hogyan alakul a járatintenzitás.

Sajnos, az intenzitás mérésére nincs általánosan elfogadott egyértelmű mérőszám. Egyaránt használják:

a 24 óránkénti nyersvastermelést,
az elégetett kokszmennyiséget a fúvósíkra vonatkoztatva,
az elégetett kokszmennyiséget a nagyolvasztó hasznos térfogatára vonatkoztatva,
az áthajtott elegymennyiséget,
az elégetett karbonmennyiséget,
a KIPO-t,
a befúvott levegő mennyiségét stb.

Így tehát az intenzitás értéke lényegesen változik, attól függően, hogy melyik mérőszámot vesszük alapul.

Ha ugyanannyi levegőt fúvunk be, mint a szénhidrogén befúvás előtti időben, a koksz égése csökken, mert a szénhidrogén is fogyaszt oxigént, ugyanakkor a termelés a kokszfogyasztás csökkenésével egyidőben növekedhet.

A medencegáz mennyiségét sem növelhetjük egy bizonyos határon túl, mert akkor a járat a gázdinamikai feltételek romlása miatt már nehézkessé válik.

Az intenzitást javítja viszont a medencegáz hidrogéntartalmának növekedése, mivel a hidrogénnek igen kicsi a sűrűsége és a viszkozitása.

Összehasonlításul [8]:

	kg/m³	kg/m·s·10^5
CO + N_2 [5], [14]	1,255	4,565
CO	1,250	4,545
H_2	0,090	2,190

Ez lehetővé teszi a gáznyomáskülönbség emelése nélkül a nagyolvasztóban a gázsebesség növelését. Rontó tényezőként hat viszont a fajlagos kokszfogyasztás javulása folytán lecsökkent kokszelegy arány.

Szénhidrogén befúvásakor a szakemberek a koksz-karbon égésének csökkenése és a medencegáz megnövekedett mennyisége miatt általában az intenzitás csökkenését várták. Ez az okoskodás helyes, attól függően, hogy melyik intenzitásmutatóra gondolunk. Ha mód van a befúvott levegőmennyiség növelésére és ezt a nagyolvasztó készségesen befogadja (szénhidrogén befúvásakor ez egyrészt a medence hőmérsékletének csökkenése, másrészt a kedvező medencegáz összetétel miatt lehetséges), az intenzitás nem csökken.

A gyakorlat általában azt bizonyítja, hogy az injektált nagyolvasztók termelése jelentősen nő, ugyancsak növekszik az áthajtott elegy mennyisége is.

Állandó levegőmennyiséggel a koksz égési intenzitásának csökkennie kell, de közel állandó marad az összes karbon elégése. Minthogy kevés nagyolvasztó dolgozik határértéken levő gáznyomás-különbséggel, a medencegáz növekedésekor sem kell feltétlenül csökkennie az intenzitásnak.

A járatintenzitás meghatározására *Ramm* az alábbi képletet ajánlja: [2], [6], [8]

$$I = I_0 \frac{5{,}34}{V_g}\left(1 + 0{,}4\,\frac{V_{H_2}}{V_g}\right)\cdot$$

$$\cdot\left(\frac{T_0 + t_{go}}{T + t_g}\right)^{0{,}5} \cdot n\,(1 + 0{,}1 p_K)$$

J a járatintenzitás indexe, t száraz koksz/m³ üz. nap,
V_g a medencegáz mennyisége, m³/kg C_f,
V_{H_2} a medencegáz H_2-tartalma, m³/kg C_f,
T az elméleti égéshőmérséklet, C°,
t a torokgázhőmérséklet, C°,
o index a szénhidrogén-befúvás nélküli esetre vonatkozik,
n $1 - sm$ koefficiens,
s porércre 0,1, darabos ércre 0,2,
m a befúvott gáz mennyisége, m³/kg C_f,
p_K szokványos fúvólevegő, illetve szénhidrogén befúvásakor mért torokgáz-nyomáskülönbség (atm.), ami nagy toroknyomásra is érvényes.

A zárójel előtti tag a medencegáz növekedésének hatását, az első zárójeles tag a nagyobb H_2-tartalmú medencegáz hatását, a második zárójeles tag a hőmérsékleti viszonyok megváltozásának kedvező hatását, az utolsó tag pedig bizonyos mértékben az elegy fizikai tulajdonságainak hatását veszi figyelembe. Ez a képlet kielégítő pontosságú, azonban még közelebb állna a valósághoz, ha a gázmennyiségeket a fúvóforma előtt elégő kokszkarbon helyett a forma előtt elégő összes karbonra vonatkoztatná. Ez esetben a V_g helyett a V'_g-et kellene behelyettesíteni, ami

$$V'_g = \frac{V_g}{1 + m \cdot C_{red.\ gáz}}$$

ahol: $C_{red.\ gáz}$ a redukáló gáz C-tartalma.

Így a kokszkarbonnal együtt a redukálógáz karbontartalmát is figyelembe vehetjük.

A járatintenzitásról végeredményben megállapíthatjuk, hogy szénhidrogén befúváskor a koksz égése legtöbb helyen csökken, viszont a termelés a fajlagos kokszfogyasztás csökkenése miatt nagymértékben nő.

A torokgáz hőmérséklete

A torokgáz-hőmérséklet sok tényezőtől függ. Így: az elegy nedvességtartalmától,
az elegy karbontartalmától,
az elegy hőmérsékletétől,
az 1 t elegyre képződött gázmennyiségtől,
az elegy- és gázeloszlás alakulásától a nagyolvasztóban,
az elegyben levő magasabb fokú Mn-oxidok részarányától,
a nagyolvasztó járatintenzitásától,
a gázáthaladási időtől,
az indirekt redukció mértékétől stb.

Szénhidrogének befúvása növeli a medencegáz mennyiségét, de a fajlagos kokszfogyasztás csökkenése következtében jóval kevésbé emelkedik az egy tonna elegyre eső gázmennyiség, sőt egyes esetekben majdnem változatlan marad.

Durva közelítésben a torokgáz-hőmérséklet az alábbi képlettel számítható [8]:

$$t_g = t_{go}\left(\frac{V_g}{5{,}34}\right)^{0{,}8}\ C^\circ$$

ahol: t_g a torokgázhőmérséklet,
t_{go} a torokgáz-hőmérséklet szokványos fúvólevegőre,
V_g a medencegáz-mennyiség Nm³/kg C_f.

Szénhidrogének befúvása tehát — ha minden más tényező állandó marad — növeli a torokgáz hőmérsékletét. A növekedés nem zavarja a szokványos üzemvitelt.

A torokgázmennyiség és fűtőérték változása

Lényegesebb kérdés a torokgáz mennyiségének és fűtőértékének alakulása. Ez igen fontos a távlati tervezések ama szempontjából, hogy mennyi és milyen fűtőértékű torokgázzal lehet számolni a szénhidrogén bevezetése után.

E tényezőket nagymértékben módosítja a befúvott szénhidrogén mennyisége, összetétele, a CO és H_2 kihasználási foka, valamint a fajlagos kokszfogyasztás alakulása is. A számítások azt mutatják, hogy szénhidrogén befúvásakor a forma előtt elégő kokszkarbonra vonatkoztatva nő a medencegáz és a torokgáz mennyisége is. Nyersvasra vonatkoztatva a növekedés kisebb a kokszfogyasztás nagymértékű csökkenése következtében.

A torokgáz fűtőértéke egybehangzó vélemények szerint szénhidrogén befúvásakor növekszik, mivel a szénhidrogénből keletkező CO és H_2 egy része változatlanul jut a torokgázba és javítja a fűtőértéket. A gyakorlatban a fűtőérték javulása nem olyan nyilvánvaló abban az esetben, ha a befúvott szénhidrogén mennyisége nem sok, a fajlagos kokszfogyasztás javulása a rossz elegyviszonyok miatt nagymértékű, a CO és H_2 kihasználási foka nagyon jó és ha a befúvás megkezdésekor beszüntették a levegő nedvesítést (mint pl. Ózdon is) [3].

Nagy kéntartalmú olaj használata

Olaj befúvásától sokan azért idegenkedtek, mert a nyersvasminőség romlásától féltek, mivel az olajnak aránylag nagy a kéntartalma.

Az üzemi gyakorlat bebizonyította, hogy még nagy kéntartalmú (3—4%) pak ura befúvásakor sem romlik a nyersvas minősége.

A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet és a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Vaskohászattani Tanszéke által az OKÜ-ben folytatott izotópos kísérletek bebizonyították, hogy a redukáló anyaggal bevitt kénnek nyersvas és salak közötti megoszlása kedvezőbben alakul, mint a koksszal bevitt kénmegoszlás. Fentiekből következik, hogy az iparilag nehezen használható kénes pakurát is sikeresen lehet nagyolvasztóban felhasználni [10].

Ennek két oka van:

a) A helyettesítési arány 2 : 1, tehát 2 kg koksz helyett csak 1 kg olajat viszünk be, így a kokszhoz viszonyított kénbevitel csökken, nagy kéntartalmú pakurával pedig közel azonos.

b) Az olaj kéntartalmának megoszlása a salak és a nyersvas között jóval kedvezőbb, mint a koksz kéntartalmáé.

Összefoglaló

Összefoglalva az elmondottakat, megállapítható, hogy szénhidrogén befúváskor a medencegáz redukálógázokban dúsul, az oxidációs öv nő, a nagyolvasztó járata egyenletesebbé válik és lehetőség nyílik a fúvószél-hőmérséklet nagyobb mértékű növelésére, mint amit a szénhidrogének befúvása megkíván. Ez megköveteli a léghevítő nagymértékű kapacitás növelését.

A medencegázban csökken az N_2-tartalom és javul a CO/CO_2-, valamint a H_2/H_2O-arány. A gáz viszkozitása a H_2 és H_2O növekedése következtében csökken, s ez ellensúlyozza a kokszfogyasztás csökkenése következtében előállt rosszabb gázátbocsátó képességet.

A gázok redukáló képességének növekedése előnyösen megváltoztatja a medencébe jutó anyag előkészítettségét és a medence hőtartalékát.

Általában az olajbefúvatás bevezetésével a nyersvas minősége az egyenletesebb járat, az előkészítettebb elegy és állandóbb medencehőmérséklet miatt inkább javul.

A H_2 oxigén-közvetítő szerepe lényegesen elősegíti az indirekt redukció fokozását, mivel a redukcióban ugyanaz a H_2 ismételten részt vesz.

Lehetőség nyílik a salak bázikusságának csökkentésére, vagy azonos bázikusság mellett a nyersvas S-tartalmának lényeges csökkentésére.

Redukáló anyagok befúvásakor a földgáz és koksz egyenértékűsége 1 : 1, az olaj és koksz egyenértékűsége 1 : 2. Az üzemi eredmények alakulásából tehát megállapítható, hogy célszerű a nagyolvasztóba pakurát befújni. Különös jelentőségű ez a kérdés azokban a kohóművekben, ahol a léghevítő-kapacitás korlátozott, vagy a meglevő kapacitást már eddig is nagymértékben kihasználták. Ezekben a művekben az olajbefúvást a földgázbefúvással szemben feltétlenül előtérbe kell helyezni.

(Folytatjuk)

Helytelen — **helyes**

Az egyes acélfajták a ridegtöréssel *szembeni érzékenysége* szempontjából az alábbi módon csoportosíthatók. — Az egyes acélfajták a ridegtöréssel **szemben mutatott érzékenységük** szempontjából az alábbi módon csoportosíthatók.

A *variánsok* számát *fokozza* a hőben kezelés. — A **változatok** számát **növeli** a hőben kezelés. (Az idegen szó helyett van jó magyar szavunk. A szám mennyiséget jelöl, a mennyiséget nem fokozzuk, hanem növeljük.)

A DV-ben nagy gondot *fektettek* az acélok tulajdonságainak kikutatására. — A DV-ben nagy gondot **fordítottak** az acélok tulajdonságainak kikutatására. (A gondot nem fektetjük, hanem fordítjuk valamire !)

Az acélok dezoxidációja több módon *történhet eredményesen*. — Az acélok dezoxidációja többféle módon **lehet eredményes.** (Vagy : végezhető eredményesen.)

Az ultrahang *alkalmazása* alkalmas a *tömeggyártásnál* sajnos elkerülhetetlen *sikertelen* tuskók *különválasztására*. — Az ultrahanggal **végzett vizsgálat** alkalmas a tömeggyártás **során** elkerülhetetlen **hibás** (nem jól sikerült) tuskók **kiválogatására.** (Az eredeti mondatban, mint láthatjuk, több hiba is van.)

A csőhúzóüreg vizsgálata*

PROHÁSZKA MÁRTON

DK 621.919.004.15

Ha van tényező, mely a csőhúzásban a termelékenység ugrásszerű növekedését s a gazdaságosság erős javulását okozhatja, ez elsősorban az alakításhoz használt szerszám alakjának helyes meghatározása.

A műszaki irodalom a hidegalakítás igen sok jelenségéről számolt már be, mégis meglepően kevés az olyan munka, amely az alakításnak az üregen belül lefutó folyamatáról, s a legkedvezőbb viszonyokat megvalósítani képes szerszámüreg alakjának meghatározásáról adott volna tájékoztatást.

A dolgozatban a következő jelöléseket használjuk:

f_2	a készméret keresztmetszete	mm²
F	a húzáskor a keresztmetszet csökkenés (fogyás)	mm²
F_0	az induló méret keresztmetszete	mm²
F_x	az üreg tetszés szerinti x helyén a keresztmetszet	mm²
i	az ideális index	
K_{fk}	a közepes alakítási feszültség	kp/mm²
K_k	a közepes alakítási ellenállás	kp/mm²
m	tg α	
m_i	az ideális húzószög tg α-ja a legkisebb vonóerőt kívánó kísérlet alapján	
m_t	a tetszőleges mérethez alkalmazandó húzószög tg α-ja	
n	a húzások száma	
N	a nyújtás (alakítás) mértéke	
P	a húzóerő	kp
R	a húzási redukció mértéke	%
x	az üreg hossztengelyének tetszőleges helye az üreg szélétől	mm
y_0	az F_0 keresztmetszet félátmérője	mm
y_{oi}	az F_0 keresztmetszet félátmérője (kísérlet P_{min} mellett)	mm
y_{ot}	egy tetszőleges kezdő keresztmetszet félátmérője	mm
y_t	az üreg tetszés szerinti x helyén a keresztmetszet félátmérője	mm
y_x	az F_x keresztmetszet félátmérője	mm
Z	az összes húzóerő $Z_a + Z_b + Z_s$	kg
Z_a	az alakváltozási munka húzó ereje	kg
Z_s	a súrlódás legyőzéséhez szükséges húzóerő	kg
Z_b	a belső veszteségi munkához szükséges húzóerő	kg
α	a húzószög	
μ	a súrlódási tényező	

Szakkörökben még ma is elterjedt az a nézet, hogy az alakítás ideális viszonyait — tehát a minimális húzóerőt — biztosító húzóüreg egyenletét az

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_k F}{0{,}77 f_2 K_{fk}}} \qquad (1)$$

összefüggés határozza meg. Ez a felfogás hibás matematikai megfogalmazásból alakult ki. Az irodalom szerint ugyanis a húzóerő három fő tényezőből áll:

1. A tiszta alakváltozási munka elvégzéséhez szükséges húzóerő

$$Z_a = K_k F$$

2. A súrlódási munka elvégzéséhez szükséges húzóerő

$$Z_s = \frac{K_k F \mu}{\alpha}$$

3. Az anyag belső veszteségi munkájának elvégzéséhez szükséges húzóerő

$$Z_b = 0{,}77\ K_{fk} f_2 \alpha$$

Így tehát a teljes húzóerőt a

$$Z = K_k F + K_k F \frac{\mu}{\alpha} + 0{,}77 K_{fk} f_2 \alpha \qquad (2)$$

egyenlet adja.

A minimális húzóerőt biztosító húzószöget az irodalom a

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}(Z) = \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(K_k F + K_k F \frac{\mu}{\alpha} + 0{,}77 K_{fk} f_2 \alpha\right) \qquad (3)$$

egyenletből vezeti le. Az előbb közölt négyzetgyökös kifejezés úgy adódik, hogy a differenciálás során K_k-t konstansnak vesszük. Ez azt a feltételezést jelenti, hogy a tiszta alakváltozási munka elvégzéséhez szükséges Z_a húzóerő teljesen független a szerszámüreg alakjától. E feltételezés természetesen helytelen.

Ha ugyanis a húzóerő egyenletét hibásan,

$$Z = K_k F \frac{\mu}{\alpha} + 0{,}77 K_{fk} f_2 \alpha$$

alakban írtuk volna fel, akkor az elkövetett hiba igen nagy volna, hiszen az elhanyagolt

$$Z_a = K_k F$$

erő a húzóerő legnagyobb hányadát teszi ki E hibás egyenlet alapján a szélsőérték-számítás eredménye, az (1) egyenlet nem változna, hiszen

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} Z_a = 0$$

következtében e kifejezés a differenciáláskor amúgy is kiesik. Ez azt jelenti, hogy a kapott eredmény (1) csak a súrlódási s az anyag belső veszteségi munkájának elvégzéséhez szükséges húzóerő alapján meghatározott.

E megoldást matematikailag is hibásnak kell tartani, hiszen

$$K_k = f(\alpha),$$

s pl. *dr. Geleji* „Kohógéptan" c. munkájának 105. oldalán a 19/a képlet szerint a kettő között a kapcsolatot a

$$K_k = f(\alpha) = \frac{K_{fk}}{1 + \frac{F}{2 f_2}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)} \qquad (4)$$

összefüggés jelenti.

Tehát a szélsőérték meghatározásakor a K_k konstansként való differenciálása értelmezési hiba.

* Elhangzott előadásként az Országos Acélesőgyártó Konferencián 1963. október hó 24-én. Az előadás első része megjelent a Kohászati Lapok 1964. évi 7. számában.

Ez azonnal belátható, ha az (1) képletbe a (4) képletből K_k-t behelyettesítjük. Ekkor

$$\alpha = \sqrt{\frac{F\mu}{0{,}77 f_2 K_{fk}} \cdot \frac{K_{fk}}{1 + \frac{F}{2f_2}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)}} \qquad (5)$$

látható, hogy a K_{fk} kiesik, tehát az (1) képlet valójában — burkoltan — azt mondja, hogy a húzószög az alakítási feszültségtől nem függ. Ez viszont nyilvánvalóan téves, hiszen a gyakorlatból köztudomású, hogy az alakítási viszonyok lágy anyagra nagyobb, kemény anyagra kisebb húzószögű gyűrűt követelnek. Az (5) képletből leolvasható

$$\alpha = f(\alpha),$$

tehát az (1) képlet nem adhatja meg az optimális húzószöget.

Nyilvánvaló, hogy az alakítási munka túlnyomó részét a tiszta alakváltozási és a súrlódási munka összege teszi ki. Ebből következik az is, hogy a legkedvezőbb húzószöget e két munka elvégzéséhez szükséges húzóerő minimális értékének kell meghatároznia.

A következőkben megvizsgáljuk tehát, hogy

$$K_k = \mathrm{f}(\alpha)$$

figyelembevételével a húzóerő legnagyobb hányadát kitevő Z_a és Z_s erők a húzószögnek milyen optimális értékét határozzák meg. Ha e két tényezőre felírjuk a húzóerő egyenletét, akkor

$$Z = K_k F + K_k F \frac{\mu}{\alpha} \qquad (6)$$

összefüggéshez jutunk. Ha ebbe behelyettesítjük a

$$K_k = \frac{K_{fk}}{1 + \frac{F}{2f_2}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)} \qquad (7)$$

megközelítő értékét, akkor a

$$Z = \frac{K_{fk}F}{1 + \frac{F}{2f_2}\left[1 + \frac{\mu}{\alpha}\right]} + \frac{K_{fk}F\frac{\mu}{\alpha}}{1 + \frac{F}{2f_2}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)} \qquad (8)$$

összefüggéshez jutunk.

Ha a (8) egyenletbe — a jobb áttekintés kedvéért — a

$$K_{fk}F = A$$

$$1 + \frac{F}{2f_2} = B$$

$$\frac{F\mu}{2f_2} = C$$

$$FK_{fk}\mu = D$$

jelölést vezetjük be, akkor a vonóerőt a

$$Z = \frac{A\alpha}{B\alpha + C} + \frac{D}{B\alpha + C} \qquad (9)$$

egyenlet határozza meg.

A (9) összefüggés α szerint vett első differenciálja

$$\frac{\partial}{\partial\alpha} Z = \frac{A(B\alpha + C) - AB\alpha}{(B\alpha + C)^2} - \frac{BD}{(B\alpha + C)^2} \qquad (10)$$

Szélső érték akkor lehet, ha

$$\frac{\partial Z}{\partial\alpha} = 0 = A(B\alpha + C) - AB\alpha - BD \qquad (11)$$

amiből látható, hogy α kiesik, tehát a húzóerőnek α szerint vett szélső értékéről nem beszélhetünk. Ez tehát azt jelenti, hogy a húzóerő két főtényezője nem határoz meg semmiféle olyan húzószöget, melyhez minimális húzóerő tartozik.

Ha most a húzóerő teljes egyenletét elhanyagolás nélkül differenciáljuk α szerint s ezt 0-val tesszük egyenlővé, számszerű eredményt kapunk ugyan, azonban olyant, amely teljesen ellentmond a gyakorlati tapasztalatoknak.

Ekkor ugyanis

$$\frac{\partial Z}{\partial\alpha} = 0 \text{ mellett}$$

$$AC - BD + 0{,}77 K_{fk} f_2 (B\alpha + C)^2 = 0$$

adódik.

Az egyenletet α-ra megoldva és visszahelyettesítve A, B, C, D értékeit, majd bevezetve az

$$\frac{F}{f_2} = \frac{F_0 - f_2}{f_2} = N - 1 \text{ jelölést,}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{(N-1)\mu}{0{,}192(N+1)^2}} - \frac{(N-1)\mu}{N+1}$$

adódik.

Látható, hogy az alakítás mértékének N-nek növekedésével a tört nevezője erősebben nagyobbodik, mint a számláló. A képlet tehát azt követelné meg, hogy növekvő alakításhoz csökkenő húzószögű gyűrűt használjunk. Ez — kúpos szerszámmal — teljesen ellentmond a tapasztalatoknak.

Az eddig leírtakkal megkíséreltük azt érzékeltetni, hogy egy hosszú múltra visszatekintő gyártási eljárás elméleti alapja még ma sem teljesen szabatos, s ismert összefüggései meglehetősen empirikusak. Mindebből az következik, hogy a viszonyok jobb megismerése esetleg olyan rejtett tartalékokat tárhat fel, melyek a termelés gazdaságosságát növelhetik. Ez indokolja az alábbi feltételezést:

Végezzünk el egy kísérletsorozatot, melynek során egy húzópadon mérjük meg az üresjárási energiafelvételt, s állandó kiinduló méret, azonos kémiai összetételű, szakítószilárdságú stb. anyag, ugyanazon kenőanyag s húzási sebesség használatával állandó redukcióval végezzünk húzásokat, közben a húzáshoz szükséges energiafelvételt mérve.

(A továbbiakban az egyszerűség kedvéért rúdacél húzásáról beszélünk, de természetesen nincs akadálya annak, hogy e gondolatmenetet cső húzására is átvigyük.)

A kísérlethez a következőket tételezzük fel: Legyen

$$y_0 = 15 \text{ mm}$$
$$R = 20\%$$
$$N = 1{,}25$$

Minden húzást — egyébként azonos körülmények között — úgy végezzünk, hogy a szerszám húzószögét húzásonként mondjuk 1°-kal emeljük.

Feltételezhetjük, hogy a húzások között lesz egy, amelyen — a mérés szerint — a legkisebb húzóerő adódik, s amelyet egy meghatározott α húzószögű gyűrűben értünk el, nyilvánvalóan azért, mert az alakítás folyamata az anyag számára e gyűrűben volt a legelviselhetőbb.

Az alakítást a belőle származó megnyúlás is jellemzi. A megnyúlás azért következik be, mert az anyagot olyan szerszámüregen kényszerítjük át, melynek keresztmetszete az üreg hosszában állandóan csökken. S mivel az anyag nyújtása az üreg-keresztmetszet változásából származik, nyilvánvaló, hogy kereshetjük — fizikailag értelmezhetjük, s matematikailag meghatározhatjuk — a nyújtás változásának törvényszerűségét az üreg hosszában,

$$\frac{dN}{dx}$$

differenciálhányadossal.

A nyújtást — általában — megadhatjuk

$$N = \frac{F_0}{F_x} = \frac{y_0^2}{x_x^2} \text{ alakban.}$$

Mivel N közvetlenül nem függvénye x-nek, — az üreg helyének — a keresett egyenletet csak a közvetett függvény differenciálásával lehet meghatározni, azaz

$$\frac{dN}{dx} = \frac{dN}{dy} \cdot \frac{dy}{dx}$$

Az egyenlet jobb oldalát általánosan meg tudjuk határozni, ugyanis

$$\frac{dN}{dy} = -\frac{2y_0^2}{y^3}$$

$$\frac{dy}{dx} = -m\,; \quad m = \operatorname{tg}\alpha$$

A kúpos vonógyűrű egyenlete ugyanis

$$y = y_0 - m \cdot x$$

Ezért kúpos szerszámban a nyúlás változását az üreg hosszában általánosan a

$$\frac{dN}{dx} = \frac{2y_0^2 m}{(y_0 - mx)^3} \qquad (12)$$

összefüggés határozza meg.

A differenciál-egyenlet tényleges jellegét az egyenletben szereplő y_0 és m konstansok számszerű értéke határozza meg. Ha tehát az egyenletbe az y_0 és m ama értékét helyettesítjük be, amely legkisebb húzóerőt kívánó kísérletből adódik, e konstansokat ideálisnak tekinthetjük, s i = ideális index-szel jelölhetjük.

Így a legkisebb húzóerő azon gyűrűben adódott, melyben a nyújtás változását az üreg hosszában a

$$\frac{dN}{dX} = \frac{2y_{0i}^2 m_i}{(y_{0i} - m_i x)^3}$$

egyenlet határozza meg.

Feltételezzük, hogy bármely $R = 20\%$, $N = 1{,}25$ (a kiinduló feltétel) nyújtással és körülményeiben azonos alakítással, de y_{0i}-től eltérő bármely méret húzásakor, ha az üregben a nyújtás változása a fenti egyenlet szerint zajlik le, akkor a húzóerő szintúgy minimális lesz. Vagy kérdezhetjük: vajon melyik az a húzógyűrű, amelyben az alakítás jellege ugyanolyan lesz, mint a legjobb eredményt szolgáltató kísérleti gyűrűben volt, ha más rúdméretet kívánunk $N = 1{,}25$ nyújtással hidegen húzni?

Erre választ ad a kapott egyenlet megoldása, mely egy szétválasztással megoldható differenciál-egyenlet. A megoldás

$$\int dN = \int \frac{2y_{0i}^2 \cdot m_i}{(y_{0i} - m_i x)^3}\, dx$$

$$N = \frac{2y_{0i}^2 m_i}{2m_i(y_{0i} - m_i x)^2} + C$$

Ha $x = 0$, $N = 1$

s így a C integrálási konstans

$$C = 0,$$

mivel $N = 1{,}25$ értéken belül átlalánosan

$$N = \frac{y_{0t}^2}{y_t^2}$$

az üregprofil egyenlete — az egyszerűsítések s N behelyettesitése után —

$$y_t = y_{0'} - \frac{y_{0i}}{y_{0i}} m_i x$$

(A t index tetszőleges méretet jelez)

Ebből az egyenletből — mely szintén egyenest határoz meg — látható, hogy azonos viszonyok között (anyagminőség, szakítószilárdság, húzási sebesség, nyújtás stb.), de más méret húzásakor a húzógyűrű húzószöge a kisérletkor áthúzott anyag méretével lineárisan változik, ugyanis

$$m_t = \frac{y_{0t}}{y_{0i}} m_i \qquad (13)$$

Ezzel bizonyítottuk is — ami a fő célunk volt — hogy a vonóerőnek nem lehet α szerint vett szélső értéke, mert a méret állandóan, s a húzószög ezzel lineárisan változik. Tehát a húzóerőnek csak relatív szélső értéke lehetséges akkor, ha a vizsgálatot csak egy méretre terjesztjük ki.

Dolgozatunk lényegét három pontban foglalhatjuk össze:

1. Bevezettük a képlékeny alakítás tárgyalásába azt a differenciál-egyenletet, mely bármilyen üregben végzett alakításra az alakítás egyértelmű matematikai leírását adja azzal, hogy meghatározza a nyújtás változását az üreg hosszában. Az egyenlet segítségével valamely jó sajátosságot adó alakítás körülményeit — megfelelő feltételek között — más esetre is átvihetjük.

2. Felhívtuk a figyelmet az alakítás egyik jellemzőjének jelentőségére, amit egyébként az irodalom eddig eléggé elhanyagolt, s ez a húzott méret.

3. Bizonyítottuk, hogy a minimális húzóerőt nem határozhatjuk meg egyetlen egyváltozós

függvény szélső értékének vizsgálata alapján, mert a húzóerőt több tényező, s ezek kapcsolata határozza meg. A húzóerő minimumát tehát egy többváltozós függvény szélső értékének számításával kaphatnánk meg, ha a húzóerő és e jellemzők között az összefüggés matematikailag teljesen határozottan már kialakított volna.

Ebből azonban következik, hogy aránylag kis költségbe kerülő kísérletsorozattal jó kapcsolat határozható meg a $P_{min} = f(\alpha, N)$ között, s a kísérleteket csak egy méretre kell elvégezni, mert a kapott eredményből — ha feltevésünk igazolódik — a (13) képlettel a beállítandó húzószög számítható.

Ha ugyanis az elméletben elvégzett kísérletet ténylegesen elvégezzük, s kiterjesztjük további néhány, pl. :

$R = 10\%$- ; $R = 15\%$- ; $R = 25\%$- , $R = 30\%$-os redukcióra, megkapjuk a

$$P_{min} = f(\alpha, N)$$

kapcsolatot. (Levezetésünk igazolódása után a kísérleteket a húzott méret állandósága mellett lehet elvégezni.)

Ha ezután hasonló kísérletet végzünk a szakítószilárdság vizsgálatának bevonásával, megkapjuk a

$$P_{min} = f(\alpha, \sigma_B, N)$$

kapcsolatot, illetve rajzban a függvény nomogramját, s ebből a matematikai kapcsolat már könnyen levezethető, s a méret szerinti húzószögkorrekció a (13) képlettel számítható.

Az így elvégzett mérések útján lehetne pontosan meghatározni a kapcsolatot a legfőbb jellemzők között, melyek a minimális húzóerőt döntően meghatározzák s ezt a kapcsolatot általánosan a

$$P_{min} = f(\alpha, \sigma_B, Y_0, N)$$

egyenlettel adhatjuk meg.

Mindennek bizonyítása még jövőbeli feladatunkat képezi.

Egyetemi hírek

Dr. Sulcz Ferenc egy. docens „A Siemens-Martin kemencében folyó acélgyártás hőüzemének automatizálása" címmel április 21-én, *Szele Mihály* egy. tanár „Az ércelőkészítés metallurgiai és gazdasági hatása a legújabb vizsgálatok alaján" címmel május 12-én *dr. Simon Sándor* egy. tanár pedig „Radioaktív izotópok szerepe a kohászatban" címmel június 2-án az OMBKE ózdi csoportjának rendezésében előadást tartott.

*

Mali professzor a kassai Műszaki Főiskola Vaskohászattani Tanszékének vezetője vezetésével május 7-én küldöttség látogatott egyetemünkre az együttműködési szerződés megkötésének előkészítésére. Itt tartózkodásuk alatt megtekintették a Kohómérnöki Kar tanszékeit.

*

Dr. Nándori Gyula egy. docens, a Krakkóban május 15—18 között megtartott Bányászati és Kohászati Napok-on „Szürke öntöttvas zsugorodási tulajdonságai" címmel előadást tartott. Az ünnepségeken a Kohómérnöki Kar részéről részt vett még *dr. Vereskői János* adjunktus is.

*

A május 21—23 között Freibergben megtartott Bányászati és Kohászati Napokon *dr. Geleji Sándor* akadémikus, tanszékvezető egyetemi tanár vezetésével akadémiai küldöttség vett részt, Melynek *dr. Káldor Mihály* egy. docens is tagja volt. A Kohómérnöki Kart *dr. Diószeghy Dániel* egy. tanár és *Riedel István* adjunktus képviselte. A Kohómérnöki Kar ott levő oktatói közül *dr. Geleji Sándor* tartott előadást az elongátoros csőhengerlés elméletéről és teljesítményszükségletének meghatározásáról.

*

Dr. Kiss Ervin egy. docensnek a Művelődésügyi Miniszter, az Oktatásügy Kiváló Dolgozója kitüntetést adományozta.

*

Jónás Pál okl. kohómérnököt és *Szabó Árpád* okl. fizikust június 1-i hatállyal a Vaskohászattani, illetve a Tüzeléstani Tanszékre tanársegéddé kinevezték.

*

Tóth Lajos tudományos munkatárs június 4-én Salgótarjánban „A henger és a hengerelt anyagok érintkezési felületén fellépő súrlódó feszültségek meghatározása" címmel előadást tartott.

F.O.

Helytelen — **helyes**

Ha a ridegtöréssel *szembeni* érzékenységet *biztosítani akarjuk*, akkor nem növelhetjük sem a C-, sem a Mn-tartalmat. — Ha a **ridegtörésre való** érzékenységet (hajlamosságot) **meg akarjuk szüntetni**, akkor nem növelhetjük sem a C-, sem a Mn-tartalmat. (Ha az érzékenységet biztosítjuk, akkor a ridegtörés mihamar bekövetkezhet, pedig éppen ezt akarjuk elkerülni.)

A gyártás problémáinak jelen ismertetése idő hiányában nem *tárgyalhat minden kérdést*, csupán a *leglényegesebb tárgyakat*. — A gyártás problémáinak jelen ismertetése — idő hiányában — nem tartalmazhat minden **részletet**, csupán a **leglényegesebbeket**. (A kérdés szó használata túlságosan elharapódzik, nem kell mindent vele áthidalni és más szavak helyett használva színtelenné tenni a mondanivalót. A tárgyakat megjelölés pedig felesleges töltőszó itt.)

Az elektrokemencék *gyakorlatilag teljesen* ócskavas betéttel dolgoznak. — Az elektrokemencék **úgyszólván csak** ócskavas betéttel dolgoznak. (A gyakorlatilag szóval mit akar a szövegező kifejezni ? Azt, hogy ténylegesen, a valóságban, nem pedig az elméletben ? Ez elmondható — mint látjuk — erőszakolt gyakorlatiaskodás nélkül is.)

Az alapanyaggyártás lényegesen nagyobb *volumenét* képezik a csillapított tuskók. — Az alapanyaggyártásnak lényegesen nagyobb **mennyisége** a csillapított tuskó. (Vagy, ha a képezik igéhez ragaszkodunk : Az alapanyaggyártásnak lényegesen nagyobb részét képezik a csillapított tuskók, — de a volumen idegen szó így is elkerülhető.)

Az *örvénylő mozgások* segítik a folyékony acélból az oxidzárványok felszállását. Az öntéskor a kokillába zúduló acélsugár a kokillában *örvényléssel* ehhez kedvező *turbulenciát* biztosít. — Az öntéskor a kokillába zúduló acélsugár a felszálláshoz **örvényléssel** kedvező feltételeket biztosít. (Az első mondatot kívánja a második kiegészíteni, de kifejezésmódja túlságosan bonyolult. Pedig, mint a második mondat mutatja, a célt egyszerűbben is el lehet érni.)

Tapasztalatok erősen ötvözött acélok spektrométeres elemzésében*

Mgr. GAUDNIK, JANUSZ
Katowice, Huta Baildon, Żelazna 9, Lengyelország

DK 669.15 : 544.62.001.4

A különleges nemesacélokat gyártó üzemek számára rendkívül fontos, hogy gyorsan és nagy pontossággal tudjanak erősen ötvözött acélokat, valamint salakokat elemezni és ezáltal az olvasztás folyamatát megrövidítsék ; így egyúttal az adagkészítés során valamennyi szükséges elemet az alsó ötvözési határnak megfelelően lehet hozzáadni és több ellenőrző elemzés adatai alapján az elemek hiányzó mennyiségeit ki lehet egészíteni. Az olyan államok számára, amelyek egyes fémeket, mint pl. nikkelt, kobaltot, titánt, importálni kénytelenek, ez a tény rendkívül nagyjelentőségű. Ezenkívül sok hibás adag gyártása is megelőzhető.

Az üzemünkben bevezetett fizikai-kémiai módszerek közül a színképelemző módszerek voltak a legolcsóbbak és a leggyorsabbak, de nem voltak hibamentesek. A spektrométeres módszer bevezetése után azonnal elhagytuk a spektrográfiás módszert, mivel a spektrométer sokkal pontosabb eredményeket szolgáltat ; a fényképező lemezek elhagyásával ugyanis elkerülhetők a vele járó hibák.

Az alkalmazott spektrométeres módszerekben a szikrázás folyamán vezérelt integráló mérést végzünk, így nagy százalékos mennyiségeket is pontosan meg tudunk határozni. Az elektronsokszorozók felhasználásával tág lehetőség nyílik az elemzővonalak kiválasztására. Az elemzővonalak és összehasonlító vonalak hullámhosszúságai és intenzitásai között nagy eltérések sem játszanak lényeges szerepet. Így valamennyi ötvözőelemhez ugyanazt az összehasonlító vonalat használhatjuk, ezzel erősen ötvözött acélok és bonyolult nikkelötvözetek gyorselemzése is megvalósítható, ami a spektrográfiás módszerrel nem volt lehetséges. A spektrometriás módszerből sem küszöbölhetők ki teljesen egyes nehézségek, mint pl. az alapelem hatása, zavaró vonalak megjelenése. Az elemzővonalak megfelelő kiválasztásával és célravezető korrekciós módszerekkel azonban számottevően csökkenthető ezek zavaró hatása. Ugyanakkor viszont az elektronsokszorozók felhasználásából a készülék optikai és elektromos szabálytalanságai következtében más hibaforrások származnak.

Üzemi elemzések a spektrométerrel

A spektrométert a következő kemencékhez használjuk : 1 db Martinkemence, 4 db villamosívkemence, 7 db indukciós kemence.

A vizsgált anyagok a következők : adagpróbák (öntött állapotban), végpróbák (kovácsolt állapotban).

A gyengén és erősen ötvözött acélok vizsgált koncentráció-tartománya az alábbi (zárójelben a kiértékelő görbék száma) :

Si	0,1— 2,5 %	(13)	Cr	0,1—30 %	(13)
Mn	0,1— 2,0 %	(13)	V	0,1— 3 %	(4)
Cu	0,1— 0,5 %	(1)	W	0,1—20 %	(5)
Mo	0,1— 3 %	(4)	Ti	0,1— 1,5 %	(3)
Ni	0,1—20 %	(13)			

Spektrométer : ARL PC-Quantometer.

Szikragerjesztő : High Precision Source, kisfeszültségű szikra.

Gerjesztési viszonyok : 50 μH ; 10 μF ; 3 ohm — acélokra ; 50 μH ; 2 μF ; 0 ohm — salakra.

Elektródok : színképszén, Ringsdorff RW III extra, 6,35 mm ⌀, kúposra faragva (120°).

Elektródtávolság : 3 mm.

Polaritás : +

Műszakonként megvizsgált próbák száma : 120 db, a szikráztatások száma : 450 db, a meghatározások száma : 800 db.(összehasonlító minták és megismételt meghatározások beszámításával).

Átlagos teljes vizsgálati idő a próbavételtől az eredmény megadásáig, a próba szállítási ideje és várakozási idő nélkül :

öntött próbákra 8 perc (ebből a próbaelőkészítés 3 perc),

kovácsolt próbákra 15 perc (ebből a próbaelőkészítés 10 perc).

Mintavétel és előkészítés

A gyakorlat igazolta, hogy jó eredmények érhetők el mind az öntött, mind a kovácsolt próbákkal. Mivel az öntött próbák előkészítése az elemzéshez csak kb. 3 percig tart, az acélmű valamennyi adagpróbájához öntött próbát használtunk. A végpróbákat ezzel szemben kovácsoltuk, mert a kis rézkokillákba a próbavétel közvetlenül az öntőüstből biztonsági okokból nem valósítható meg. Itt hangsúlyozzuk azt, hogy a kis rézkokillákba öntött próbáknak salakzárványmenteseknek kell lenniök. Egyúttal rámutatunk arra is, hogy nagyobb mennyiségű alumínium zavaró hatást idéz elő. A folyékonyan kivett próba nyugtatására nem szabad 0,20%-nál több alumíniumot adagolni. Ennél nagyobb mennyiség lényegesen befolyásolja egyes elemek, mint pl. a szilícium elemzését.

Az így nyugtatott folyékonyacélt kis rézkokillákba öntjük. A kiöntött csonkakúp próbatuskó méretei a következők: felső átmérő 50 mm, alsó átmérő 55 mm, magasság 60 mm.

A próbát megdermedése után (kb. 20 másodperc) felső részétől kb. 2 cm kivételével folyóvizet tartalmazó edénybe mártjuk. Lehűlés után a próbát megszámozzuk, a talpától kb. 20 mm-t levágunk és a spektrométerhez küldjük. Az előkészítő helyiségben a próba nagyobbik felületét korund (Al_2O_3) csiszolószalagon megcsiszoljuk.

A kovácsolt próbákat az alábbi módon készítjük elő . Az alumíniummal nyugtatott próbát

* Németből fordította Gegus Ernő.

100 mm felső ⌀-jű, 60 mm alsó ⌀-jű és 200 mm hosszú belső méretű kokillába öntjük.

A próbából ezután 40 × 40 mm-es ⌀-jű hasábot kovácsolunk, majd ennek közepéből kb. 25 mm hosszú darabot levágunk. A levágott darabot az előkészítő helyiségben az öntött próbákhoz hasonlóan megcsiszoljuk.

Szervezési kérdések

A spektrométeres elemzés gyorsasága csak úgy használható ki teljesen, ha a mintavétel, valamint az eredmények megadása is a lehető leggyorsabb. Célszerű módosítások bevezetése után az egyes műveletek időtartama a következőképpen alakult:

	Öntött próbák ideje, perc	Végpróbák ideje, perc
Próbaelőkészítés	3	10
Csiszolás	1	1
Elküldés	3	3
Teljes elemzés	4	4
Összesen	11	18

Az acélmű és a spektrométer között (kb. 200 m távolság) kötélpályát építettünk, ezen szállítjuk kis tartályokban az adagpróbákat a spektrométerhez. Minden egyes próba érkezését az előkészítő helyiségben és egyidejűleg a spektrométer-helyiségben fény- és hangjelzés jelenti. A spektrométer-helyiség ajtajától a próba meredek lejtésű csövön jut el az elektród-állványhoz, ahol a laboráns a csiszolt és számozott próbát közvetlenül kézhezkapja. A spektrométert két személy szolgálja ki. Egyikük a műszakvezető, aki felügyeletet gyakorol az egész üzemrészre, a kémiai laboratóriumot is beleértve. Ajánlatos harmadik személyt is alkalmazni, hogy a spektrométer a különféle salakelemzések és nikkel ötvözet-vizsgálatok bevezetése révén jobban ki legyen használva. Az elemzés eredményeit az acélművel közvetlen telefonon közöljük. A jövőben géptávírót fogunk felszerelni. A berendezést kb. kéthetenként átvizsgáljuk. Mivel ehhez a készüléket előbb üzemen kívül kell helyezni, az átvizsgálást rendszerint vasárnap végezzük. Ekkor a gerjesztőkészülékben kicseréljük a wolframelektródokat, egyes érintkezőket megtisztítunk, az elektródállványt kitisztítjuk és minden hibás alkatrészt kicserélünk.

A készülék munkamenete

I. műszak: Egyes adagpróbák az acélmű részére, ellenőrző és különleges elemzések, kutatómunka.

II. és III. műszak: Adagpróbák az acélmű, végpróbák a központi laboratórium, végpróbák az acélöntöde részére.

Gerjesztési viszonyok és egyéb munkakörülmények

Az első kísérletek során kipróbált 50 μH, 10 μF, 5 ohm gerjesztési feltételek nem adtak kielégítő eredményeket. A továbbiakban kis változtatások árán, 50 μH, 10 μF, 3 ohm gerjesztési feltételekkel igen kedvező és sokoldalú gerjesztési módhoz jutottunk. Az elemzési eredményeket gyengén és közepesen ötvözött acélok vizsgálatakor közvetlenül a nálunk készült skálán olvassuk le. Ezeket a százalékos értékeket egyidejűleg regisztráló szalagra rögzítjük. Ha a gyenge ötvözésű acélokról erősen ötvözött acélok elemzésére térünk át, a berendezést ellenőrizni kell és a szóbanforgó elemek (Ni, Cr, W, V, Ti) csatornáit, ha szükséges, újból be kell állítani. Ez a hitelesítés csupán néhány percet vesz igénybe. A visszatérés az ellenkező irányban mindössze a csatornák és a skála átkapcsolásából áll.

Erősen ötvözött acélok elemzésekor ismerni kell minden egyes próbának a százalékos Fe-tartalmát (vas-korrekció). Mivel a készülékünkből hiányzik az összegező korrektor, ezért az elemzés értékeit a következőképpen számítjuk ki:

Az egyes elemek K értékeit összeadjuk és az alábbi képletek segítségével meghatározzuk a százalékos adatokat:

$$C_0 = \frac{100\%}{1 + \Sigma + K_v}$$

$$C_v = K_v \cdot C_0$$

$$K_v = \frac{C_v}{C_0},$$

ahol C_0 = az alapelem százalékos mennyisége (Fe%),

C_v = a meghatározásra kerülő elem százalékos mennyisége,

K_v = együttható.

Ha vannak olyan mintáink (a folyamatos gyártásból), amelyek egyes elemeket azonos mennyiségben tartalmaznak, Fe-tartalmuk azonban eltérő, vagy ha módunkban áll különleges háromalkotójú összehasonlító mintákat önteni, pl. Fe-Cr-Ni összetétellel, állandó nikkeltartalommal, a vas- és a krómtartalom ellenben számottevően változik, akkor ezeket a mintákat felhasználhatjuk a nikkel-korrekcióhoz és korrekciójukat közvetlenül százalékos adatként kaphatjuk meg. Erősen ötvözött acélok (krómacélok) elemzéséhez felhasználtuk ezt a módszert, amelyhez a Fe-tartalmat ismerni kell. Ha a Fe-tartalmat előre nem tudjuk (az adagpróbákban), a próbát leszikráztatjuk és az összegezett korrekció módszerét használjuk. A pontosság növelése érdekében az erősen ötvözött acélfajtákat 4—5 párhuzamossal (4—5 szikráztatással) elemezzük.

Az elmúlt 6 hónapban kiértékelő görbéket és táblázatokat készítettünk az üzemünkben előforduló csaknem valamennyi acélfajtára. Mivel számos olyan gyenge, közepes és erős ötvözésű acél összehasonlító mintánk van, amelyekben az egyes alkotók az elemzési határainkat a kis és nagy koncentrációtartomány irányában túllépik, olyan kiértékelő görbéket készíthettünk, amelyeken az egyes elemeknek az acélműben az adaggyártás során előforduló valamennyi koncentrációértéke megtalálható.

A kvantométer állandó ellenőrzésére két óránként ismételten összehasonlító mintát kell

szikráztatni. A kiértékelő görbék esetleges eltolódásakor az eltérést diagramon rögzítjük. 4 óránként (vagy még gyakrabban) külön erre a célra szolgáló normálacélokkal hitelesítjük (kalibráljuk) a készüléket. A kiértékelő görbe eltolódásakor az illető elemet a csatornájába beépített erre szolgáló potenciométerrel korrigáljuk. A mutatott mérési adat egyszerűbb kiértékelése céljából az egyes mérőhelyeket úgy szabályozzuk, hogy a leggyakrabban előforduló próbák elemzési adatai a regisztráló milliméterskáláján közvetlenül leolvashatók legyenek. Az erre a célra szolgáló normálacélokat indukciós kemencében olvasztjuk. A folyékony acélt kis rézkokillákba öntjük. A próba alakja 40 × 35 × 30 mm-es csonkakúp. Egy próbapár a szóbanforgó elemek mindegyikét tartalmazza, egyszer nagy és egyszer kis koncentrációban, a Fe-tartalmuknak azonban azonosnak kell lennie. Ezeket a mintákat nem fontos pontosan megelemezni, mivel csak összehasonlító (normál) színkép létrehozására szolgálnak, bár egyúttal normálacélként is lehet őket használni. Egy mintapárral ellenőrizhető valamennyi gyenge és közepes ötvözésű acél mérőköre. Három további mintapárral valamennyi erősen ötvözött acél mérőköre ellenőrizhető. Mivel egy próbapárral egy csoport összes mérőköre ellenőrizhető, ami a folyamatos termelésből származó próbákkal általában nem valósítható meg, lényegesen egyszerűsödik a készülék általában 1—2 óránként megismételt ellenőrzése. Kb. hetenként egyszer profilírozásnak nevezett ellenőrzést végzünk. Jó minőségű klímaberendezés 21° + 0,5° hőmérséklet és 50% ± 5% nedvességtartalom fenntartásával biztosítja a spektrométer kifogástalan működését.

Üzemzavarok, a berendezés bírálata

Az utóbbi 12 hónapban a kvantométernek kb. 20 üzemzavara volt. Az ok többnyire a következő volt: elektroncsövek, relék, elektrolitikus kondenzátorok, ellenállások meghibásodása a mérőkonzolban. Az üzemzavarokat javarészt 3—4 óra alatt kiküszöböltük. Mivel üzemzavar alkalmával az acélmű egész elemző munkája a színképelemzésre és a kémiai elemzésre hárul, ami az elemzési idő jelentős meghosszabbodásával jár, tervbevettük egy második újabb készülék, pl. Quantovac, vagy Polyvac üzembe állítását. Megállapítottuk, hogy az üzemzavar alkalmával a régebbi módszerekkel dolgozni kényszerülő laboránsok lényegesen meghosszabbítják az elemzési időt. Ennek elkerülésére tervbevettük, hogy a régi elemző módszerekkel rendszeres ellenőrző vizsgálatokat, illetve kutatómunkát fogunk végeztetni, a szükséges gyakorlat ébrentartására. Az acélművünk, az öntödénk, valamint a központi laboratóriumunk elemzéseire használt kvantométerre vonatkozó eredményeink teljes összhangban vannak a berendezés más használóinak tapasztalataival.

A kvantométer használatával elért eredményeink:

1. az olvasztási folyamat gyors ellenőrzése,

2. sorozatos elemzések megvalósítása,

3. költséges nemesacélalkotók, mint pl. V, Mo, Ni megtakarítása azáltal, hogy mennyiségüket az alsó ötvözési határra állítjuk be,

4. kész acéltermékek belső ellenőrző elemzése,

5. az elemzés, valamint az egész üzem költségeinek csökkentése.

A spektrométeres módszer bevezetése óta (egy éve) 2,5 millió zloty megtakarítást értünk el.

Lengyelországban öt spektrométer van használatban, ezeket három különböző nyugati cég szállította. A szükséges műszaki ellenőrzés, a pótalkatrészek beszerzési nehézségei és a műszaki együttműködés szempontjából célszerű volna, ha három helyett csak egyféle típusú spektrométerünk volna. Érdemes volna ebből a szempontból tartalékalkatrész-raktárt berendezni az országban. Így nagyobb időveszteségek nélkül működtethetnénk a berendezéseinket és emellett pénzt is takarítanánk meg, mert jelenleg számos olyan értékes pótalkatrészt rendeltünk, amelyeket a jövőben talán nem is fogunk használni. A raktárban hosszabb ideig tárolt elektroncsövek minősége romlik. Az említett ügy fontosságát bizonyítja az alábbi tény is. Az 1960 decemberében megrendelt tartalékalkatrészek mindmáig sem érkeztek meg. Egyes pótalkatrészekre, mint pl. a feszültségszabályozóra az ARL cég nem kapta meg a kiviteli engedélyt.

A spektrométer üzembeállításakor nem lehet létszámcsökkentéssel számolni, mégpedig a következő okokból:

1. üzemzavarok idején a teljes elemzőmunkát más módszerekre kell áthárítani,

2. C, S, P nem határozható meg az ARL kvantométerrel,

3. vékony lemezek, huzalok, acélforgácsok és hasonló minták nem elemezhetők,

4. a berendezést a gyártó cég meghatározott elemző programra állította be.

A korlátozott elemző program a mi kvantométerünkön nem foglalja magába a zsugorított próbák, ferroötvözetek, ásványi anyagok elemzését.

Tapasztalatunk alapján állítjuk, hogy az ilyen berendezések jó működése a munka szervezettségétől, a műszaki kezelő- és szakszemélyzettől és a műszaki segédeszközöktől (színképszén, összehasonlító, hiteles minták) függ.

Helytelen — **helyes**

A legmostohább helyzetű tuskót ultrahanggal *való ellenőrzésnek vetettük alá.* — A legmostohább helyzetű tuskót ultrahanggal **megvizsgáltuk.** (A második mondat egyszerűbb.)

Egyetlen tartály *esetén* a probléma valóban egyszerű. — Ha egyetlen tartályt **használnak,** akkor a probléma valóban egyszerű. (Az esetén szó ma már mindenféle fogalom helyettesítésére divatossá vált, talán azt mondhatnánk elburjánzott, pedig a műszaki nyelv nélküle is szépen megél.)

I = 1 *esetén* a 2. egyenlet, I = 2 *esetén* pedig a 6. egyenletet kapjuk. — Ha I = 1, akkor a 2. és ha I = 2, akkor a 6. egyenletet kapjuk. (Az eseténre nincs szükség.)

Hozzászólás

Szűcs Endre: „A saválló lemezgyártás hazai helyzete" című cikkhez

Szűcs Endre fent nevezett cikkében részletesen foglalkozik a sav és hőálló acélok gyártásának csaknem valamennyi problémájával. Én ezek közül csak néhányat szeretnék kiragadni és azok megoldásához kívánok néhány építőkövet javasolni.

Köztudomású, hogy sav- és hőállóacélok gyártásakor törekedni kell a minél kisebb C-tartalom (0,03—0,04%) elérésére, mivel nagyobb C-tartalommal a karbidképződés következtében kristályközi (interkristallin) korrózió következik be. Ez a minimális C-tartalom a jelen gyártási körülményeink között általában nem biztosítható, ezért a felesleges többlet C-t Ti-nal igyekeznek megkötni, stabilizálni. A Ti-val való stabilizálásnak számtalan hátránya van, ezek közül elsősorban a következők a lényegesebbek :

A Ti egyenetlenül oszlik el az acélban, a képződő Ti-karbid rideggé teszi az acélt, ami esetleg már a meleg megmunkálás során jelentkezik azáltal, hogy az acél képlékenysége nagymértékben leromlik ; ez különböző szakadási, repedési hibajelenségekhez vezethet.

Jelentős problémát okoz a sav és hőálló acélok jelenlegi hőkezelése is, mivel 1030 C°-ról való gyors lehűléssel próbálják megakadályozni a Cr-karbid kiválását. Ez a hőkezelési módszer azonban többféle szempontból is helytelen és káros következményei vannak ilyenek ;

a nagyon intenzív hűtőhatás következtében különböző feszültségek keletkeznek az acélban, amelyek károsan befolyásolják elsősorban annak szívóssági tulajdonságait ;

az így hőkezelt acél hegesztésre alkalmatlan, mivel a hegesztés hőmérsékletén, illetve a hegesztést követő lehűlés során Cr-karbid kiválás fog bekövetkezni, ami a kristályközi korróziót segíti elő.

Véleményem szerint ezeket a problémákat a következőképpen kellene megoldani :

El kellene hagyni a Ti beadagolást, a jelenleg szokásos hőkezelés helyett — amelyeknek az a feladata, hogy megakadályozza a Cr-karbid szegregációt — diffúziós hőkezelést kell alkalmazni 850—900 C°-on, 15—20 óráig.

A javasolt gyártástechnikai, illetve hőkezelési változtatásokat a következőkkel indokolom :

A kristályközi korróziót az okozza, hogy az acélban levő C az ugyancsak jelenlevő Cr-mal karbidot képez, ez a karbidképződés az austenit kristályhatárok mentén következik be, ahol egy vékony réteg Cr-ban annyira elszegényedik, hogy annak Cr-tartalma az alsó rezisztencia határ (12,5%) alá csökken, ez viszont azt okozza, hogy az acél ellenállása a korrózióval szemben ugrásszerűen lecsökken, vagyis kristályközi korrózió következik be.

Fent javasolt diffúziós izzítással el lehetne érni azt, hogy az austenit kristályok középső részeiből olyan mennyiségű Cr diffundáljon a Cr-ban elszegényedett kristályhatármenti rétegekhez, amely elegendő ahhoz, hogy e rétegek korrózióállósága is megfelelő legyen.

A diffúziós hőkezelés előtt felesleges a Ti adagolás, még akkor is, ha aránylag nagy a C-tartalom (0,1% körül).

Ugyanakkor az így hőkezelt acél hegesztésre teljes mértékben alkalmas, mivel újabb Cr-karbid szegregáció nem lehetséges. A hosszabb ideig tartó diffúziós izzítás elősegíti azt is, hogy az acélban levő valamennyi feszültség megszűnjön.

Mindezeket figyelembe véve helyesnek tartanám egy olyan kísérlet sorozat lefolytatását, amelyben a fent említett gyártástechnikai, illetve hőkezelési módokat alkalmaznánk. A kísérleti adagokat legyártani valamint az egész kísérletet lefolytatni a Kőbányai Vas- és Acélöntödében lehetne.

A kísérletek lefolytatása, valamint eredményeinek kiértékelése, véleményem szerint feltétlenül előbbre vinné a sav és hőálló acélok gyártási problémáinak megoldását.

Hédai Lajos
okl. kohómérnök

Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar lajstromszám 151 353.

Eljárás szerkezeti acélok minőségének megjavítására

Weigl Ernő és *Gifflo Henrik* kohómérnökök

Bejelentve : 1963. február 22.

Az ötvözés gyakori célja a folyási határ emelése és annál nemesebb az acél, minél közelebb áll a folyási határ a szakító szilárdsághoz. A tiszta C szerkezeti acélok folyási határát megfelelő ötvözéssel a szakító szilárdság 70—90%-ára sikerült növelni. Az ilyen típusú ötvözött acélok nikkel, króm, molibdén, vanádium, mangán és szilíciumtartalmúak. A találmány szerinti eljárásnak az az alapgondolata, hogy a finomabb szemcséjű és kevesebb nemfémes zárványtartalmú acélok mindig sokkal magasabb rendűek, mint azok, amelyek több nemfémes zárványt tartalmaznak és amelyeknek durvább a szemcsézetük. Ha a tiszta karbonacélokban biztosítani tudják az optimális szemcsefinomságot és a legkisebb nemfémes zárványtartalmat, akkor ezek az acélok elérik a gyengén ötvözött acélok szilárdsági és más tulajdonságait, a gyengén ötvözött acélok pedig elérik az erősen ötvözött acélok tulajdonságait. A találmány szerinti eljárás olyan különleges vasötvözetet használ az acél dezoxidálására, amely mindkét feladatot megoldja. A különleges vasötvözet használata ugyanis olyan dezoxidációs végtermék képződésével jár, amely egészen kis hőmérsékleten olvadó salakot ad és így mivel ez képlékeny, nagy felúszási sebességével az acélfürdőből könnyen felszáll a salakba. Eközben sok kristályosodási gócpont képzésével elősegíti a finomszemcséjű acél kialakulását. Ilyen adalék az alumíniumnitrid. Az acélfürdő általában nem tartalmaz annyi nitrogént, amely elegendő lenne a megfelelő alumíniumnitrid kialakulásához. Ezért a találmány szerint az acélfürdő nitrogéntartalmát mesterségesen úgy emelik fel, hogy az alumíniumnitrid-tartalom a kész acélban 0,03—0,3% között legyen.

A találmány szerinti különleges komplex dezoxidáló ötvözet összetétele a következő :

	%	célszerűen % körül
Ca	10—30,	20
Al	10—30,	20
Si	25—55,	20
Mn	1—20,	10
Fe	5—15,	10

Így tiszta karbonacélokkal az ötvözőfémek tekintélyes mennyiségét meg lehet takarítani.

Stiller Ottóné

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 9. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Д-р. Веро, Й.: **О хрупком состоянии стали МТА-50** ..... С 402

Хрупкость свариваемой стали МТА-50, легированной и титаном, вызывается растворением TiN в аустените при температуре 1050... 1100° С. Растворённый TiN только очень медленно выделяется из аустенита; поэтому после очень медленного охлаждения азот остаётся растворённым и в феррите. Выделение TiN и в результате этого увеличение выносливости стали возможно двумя методами: методом термической обработки, или деформацией при температуре 800...900° С.

Д-р. Э. Балаж—Й. Адам—Д. Сентивани: **Производственные опыты относительно электролизующих ванн алюминия с автоматической дозировкой окиси алюминия** ..... С 409

Описание производственных опытов, полученных в течении двух лет по электролизующим ваннам алюминия большого числа при применении ранее уже описанной полунепрерывной автоматической установки для дозировки глинозема. Примененная технология; потребность в техническом содержании; образование показателей изменения содержания глинозема в электролите и использования энергии и вспомогательных материалов в ваннах.

Д-р. А. Сегхеди: **Влияние электрических и прокатно-технических показателей реверсивных прокатных станков на производительность прокатки** ..... С 415

Прокатно-технические и электрические основные критерия использования реверсивных прокатных станов. Определение эксплоатации двигателя прокатного стана методом графического вычисления, основывающегося на принципе квадратического среднего значения. Соотношения между производительностью прокатного стана и характерными его данными. Определение характерных данных, обеспечивающих оптимальную производительность прокатки.

Д-р. Буйдошо—Мишкеи—Ормош: **Испытание непрерывного разложения алюминатного раствора с применением радиоактивного изотопа** С 419

Описан метод с применением радиоактивного изотопа, используемый для измерения прохождения твердой фазы по циклу непрерывного разложения на глиноземном заводе. Условия прохождения материала по циклу баков. Перемешивание материалов несовершенное, и в двухосевых смесителях оно происходит менее интенсивно, чем в одноосевых; автор занимается возможностью сокращения вытекающих из этого недостатков.

Хорват—Халас: **Теоретические основы вдувания восстанавливающих веществ в доменную печь и его перспективные возможности** .... С 423

Восстановление окислов железа с применением окиси углерода и, особенно, водорода. Изменение степени непосредственного восстановления под действием вдивания углеводородов; теоретическая температура горения, интенсивность хода печи, температура доменных газов, их количество и теплопроизводительность. При продувке нефти значительно сокращается расход кокса. Вследствие преимущественного отношения замены имеется возможность применения мазутов и с высоким содержанием серы.

А. Комлоши: **Соотношение между программструктурой и образованием побочных продуктов на широкополосном стане Дунайского Металлургического Комбината** ..... С 426

Понятие побочной продукции. Изменение побочной продукции в зависимости от веса партии и от размеров. Предложения относительно способа снижения побочной продукции.

Д-р. А. Сомбатфальви: **Длительная прочность сталей** ..... С 431

Подвергавшиеся нагрузке при высокой температуре стали в течение времени поддаются удлинению, ползучести. Степень удлинения определяется факторами химического состава, металлургического процесса, термообработки, условиями нагрузки и температуры. Предельная допустимая нагрузка такого рода металлов может характеризоваться только с помощью соответствующего длительного испытания. Сокращенные экстраполяционные методы являются неуверенными, и полученные с их помощью результаты следует принимать с надлежащей осторожностью.

Белломо—Маршала—Клуг: **Новые сведения к осциллометрическим титрованиям. IV. Возможность применения осциллометрии в промышленности окиси алюминия и алюминия.** С 440

Осциллометрическое титрование преимущественно может применяться для определения алюминия раствором гидроокиси калия или комплексона (ЭДТА). Определение применимо до содержания алюминия в порядке микрограммов в мл точностью в *Ю1Ю*.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P, O, B, 149. Венгрия.

INHALT

Dr. Verő, J.: **Von den sprödem Zustand des MTA 50 Stahles** ..... S 402
Der spröde Zustand des titanhaltigen schweissbaren Stahles MTA 50 ist eine Folge der Löslichkeit von TiN im Austenit bei Temperaturen über etwa 1100° C. Das in Lösung gegangene TiN wird nämlich sehr langsam wieder ausgeschieden. Erfolgt die Abkühlung von hoher Temperatur nicht recht langsam, sondern an Luft, so bleibt der Stickstoff auch im Ferrit gelöst. Durch ein Normalglühen oder durch das Walzen bei 800...900° C kann jedoch das gelöste TiN zur Ausscheidung und der Stahl in den zähen Zustand gebracht werden.

Dr. Balázs E.—Ádám J.—Szentiványi Gy.: **Betriebserfahrungen mit Aluminiumelektrolysierbädern mit automatischer Aluminiumoxidzugabe** S 409
Darstellung der Erfahrungen, welche im Laufe von zwei Jahren mit mehreren Aluminiumelektrolysierbädern mit den schon früher beschriebenen halbkontinuierlichen automatischen Tonerdechargiereinrichtungen gesammelt wurden. Die angewandte Technologie, Instandhaltungsansprüche, Aenderung der Tonerdekonzentration des Elektrolyts, Energie- und Hilfsmaterialverbrauch der Bäder.

Szeghegyi, Á. Dr.: **Wirkung der elektrischen und walztechnischen Kennwerte der Reversier-Walzenstrassen auf ihre Walzleistung** ..... S 415
Die elektrischen und walztechnischen Grundlagen der Ausnutzung von Reversierstrassen. Bestimmung der Ausnutzung des Walzenzugmotors durch eine auf dem Prinzip der quadratischen Mittelwerte aufgebauten Methode. Zusammenhänge zwischen Leistung und übrigen Kenngrössen der Strasse. Bestimmung der die günstigste Walzleistung ergebenden Kennzahlen.

Dr. Bujdosó—Miskei—Ormos: **Untersuchung der Ausfällung von Aluminatlaugen mittels radioaktiven Isotopen** ..... S 419
In der kontinuierlichen Ausfälleinrichtung der Tonerdefabrik wird zur Messung des Durchlaufs der festen Phase eine Methode mit radioaktiven Isotopen angewendet. Durchlaufsverhältnisse des Materiales in der Behälterreihe. Die Vermischung des Materiales ist nicht vollkommen. In doppelachsigen geht das Mischen weniger gründlich, als in einachsigen. Möglichkeiten der Verhinderung der sich daraus ergebenden Nachteile.

Horváth—Halász: **Die theoretischen Grundlagen und die perspektivischen Möglichkeiten des Einblasens von Reduktionsmitteln in den Hochofen** S 423
Die Reduktion des Eisenoxyds mit Kohlenoxyd und besonders mit Wasserstoff. Die Änderung des Anteils der direkten Reduktion durch Einblasen von Kohlenwasserstoffen, die theoretische Verbrennungstemperatur, die Intensität des Hochofenganges, die Gichtgastemperatur, Menge und Heizwert der Gichtgase. Durch das Einblasen von Öl vermindert sich bedeutend der Koksverbrauch. Infolge des günstigen Ersatzverhältnisses besteht auch die Möglichkeit der Verwendung von hochschwefelhaltigem Masut.

Komlósy, A.: **Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des Walzprogrammes und den entstehenden Beiwalzerzeugnissen an der Breitbandstrasse der Donau-Eisenwerke** ..... S 426
Begriffsbestimmung des Beiwalzerzeugnisses (Walzwaren, welche bei der Walzung ausserhalb der vorgeschriebenen, jedoch nicht in unnützbaren Abmessungen ausfallen) Menge der Beiwalzerzeugnisse von den Walzlosen und von den Abmessungen der Walzerzeugnisse abhängend. Vorschläge zur Minderung dieser Beierzeugnisse.

Szombatfalvy, A. Dr.: **Die Dauerfestigkeit von Stählen** ..... S 431
Die bei hoher Temperatur belasteten Stähle kriechen, d. h. verlängern sich mit der Zeit. Das Mass des Kriechens wird durch chemische und metallurgische Faktoren, durch die Wärmebehandlung, durch die Belastung und durch die Temperatur bestimmt. Die Dauerfestigkeit der Stähle kann nur durch Langzeitversuche gekennzeichnet werden. Die durch Extrapolation verkürzten Verfahren sind unsicher, ihre Ergebnisse müssen vorsichtig entgegengenommen werden.

Bellomo—Marsala—Klung: **Weitere Angaben zur oszillometrischen Titration. IV. Die Anwendungsmöglichkeiten der Oszillometrie in der Tonerde- und Aluminium industrie** ..... S 440
Die oszillometrische Titration ist vorteilhaft bei der Bestimmung des Aluminiums mit Kalilauge und mit Etilendiamintetraacetat. Die Bestimmung kann mit einer Genauigkeit von ±1 vH ausgeführt werden bis zu einer Aluminium-Koncentration von g/ml.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Verő, J.: **About the brittle state of the steel MTA 50** ..... P 402
The brittle state of the titanium-alloyed Hungarian weldable steel MTA 50 is caused by the solubility of TiN in austenite at temperatures exceeding 1050...1100 deg. C. Dissolved TiN precipitates only very slowly even at temperatures of lower solubility. Thus nitrogen remains dissolved in ferrite also, if the steel did not cool very slowly from such temperature. Rapid precipitation of dissolved TiN is, however, effectuated and herewith the steel made highly ductile either by normalising or by plastic deformation at 800...900 deg. C.

Dr. Balázs—Ádám J.—Szentiványi Gy.: **Plant experiences with aluminium electrolyzing baths with automatic charging of aluminium oxide** P 409
Description of plant experiences gained in the course of two years with several aluminium electrolyzing baths provided with semi-continuous automatic alumina charging devices previously described. The method employed, maintenance requirements, variation of the alumina concentration of the electrolyte, power consumption and auxiliary materials consumption of the baths.

Dr. Szeghegyi Á.: **Influence of the electric and rolling characteristics of reversing rolling mills on the rolling performance** .....P 415
Basic rolling and electric conditions of the optimum exploitation of reversing mill trains. Determing the efficiency of the rolling mill drive motor with the graphic method of calculation based on the mean square value. Relationship between the performance and the characteristic data of the rolling mill. Determination of the characteristic data which assure the optimum rolling performance.

Dr. Bujdosó—Miskei—Ormos: **Investigation of the continuous precipitation of aluminate liquor with radioactive isotopes** .....P 419
In the continuous precipitating line at the alumina factory radioactive isotopes are employed for measuring the transfer of the solid phase. Conditions of travel of the material through the line of containers. The material does not mix completely ; mixing is less thorough in double-shaft mixers than in single-shaft machines. The possibilities of eliminating these disadvantages are discussed.

Horváth—Halász : **Theoretical principles and future possibilities of the injection of reducing agents into the blast furnace** ..... P 423
Reduction of iron oxides with CO and especially with H_2. Variation of the extent of direct reduction with the injection of hydrocarbons, theoretical combustion temperature, driving rate, temperature, quantity and calorific value of the top gas. By injecting oil the coke rate is lowered materially. Since the substitution ratio is very favourable it is possible to use also mazout with a high sulfur content.

Komlósy, A.: **Relationship between program structure and the formation of incidental products on the broad strip mill of the Duna Ironworks** .....P 426
The concept of incidental production. Incidental production as a function of dimensions and batch weights. Some proposals for decreasing incidental production.

Dr. Szombatfalvy, Á.: **The creep strength of steels** P 431
Steels stressed at high temperatures exhibit a certain dilatation — creep — with the passing of time. The amount of creep is determined by chemical, metallurgical, heat treatment, stressing and temperature factors. This capacity of metals can be characterized only by suitable long-time experiments. The abbreviated extrapolation methods are uncertain and their results must be treated with caution.

Bellomo—Marsala—Klug: **Some further data concerning oscillometric titration. IV. The possibility of using oscillometry in the aluminium oxide—aluminium industry** ..... P 440
Oscillomteric titration can be used for the determination of Al with KOH or EDTA. The method is suitable down to Al concentrations of the order of μg/ml with an accuracy of 51%.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technikal Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakaupra Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Skets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergrahct 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lapec Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovensko Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

97. évfolyam **9. szám** 1964. szeptember

Műszaki Könyvnapok, 1964

Október 19—november 5-e közt már harmadik alkalommal kerül sor a Műszaki Könyvnapok megrendezésére. A rendszeressé váló Műszaki Könyvnapok komoly népgazdasági jelentősége immár elvitathatatlan. És azt se hagyjuk figyelmen kívül, hogy a könyvnapok minden alkalommal meglepetéseket is tartogatnak a műszaki könyveket szerető szakemberek egyre növekvő tábora részére.

A műszaki könyv évközben is egyre nagyobb példányszámban kerül a könyvesboltokon át a mérnökök és technikusok, sőt amit igen nagy örömmel kell megállapítani egyre növekvő mértékben a műszaki fejlődés iránt érdeklődő, szakmájukat szerető szakmunkások kezébe.

A Műszaki Könyvnapok alkalmával a műszaki könyv a termelőüzemekben, tervező- és kutatóintézetekben, egyetemeken, tehát közvetlenül az érdekeltek munkahelyén jelentkezik és így még azoknak is szemébe ötlik, akik általában ritkán vesznek kezükbe szakkönyveket.

Az előző évi Műszaki Könyvnapok alkalmával a nagyüzemekben tartott Műszaki Könyvkiállítások és főleg a kapcsolatos előadásokon résztvevők hozzászólásai bizonyítják, hogy a kohászati könyvek olvasótábora, a szakemberek érdeklődése a szakirodalom iránt állandóan növekszik. A megjelent műveket olvassák, a belőlük merített korszerű új ismereteket hasznosítják és az olvasók közül egyre többen örömmel ragadják meg az alkalmat, hogy megtegyék észrevételeiket, közöljék véleményüket a kiadói munkára, és elmondják javaslataikat a megjelent, vagy az üzemi gyakorlatban legjobban hiányzó szakkönyvekről.

Éppen ezek a megnyilvánulások igazolják legjobban a Műszaki Könyvnapok létjogosultságát és azt, hogy az az igen jelentős anyagi áldozat, amelyet csaknem minden egyes műszaki könyv megkövetel, gyümölcsöző és jó befektetés a népgazdaság számára.

A műszaki könyvek olvasótáborának növekedése számadatokkal kifejezhető bizonyítéka műszaki kultúránk emelkedésének. Különösen fontos ez a kohászatban, hiszen a földrajzilag tagoltan, sokfelé szétszórtan, elsősorban munkájuknak élő kohómérnökök, kohásztechnikusok, olvasztárok, hengerészek, kovácsok, öntőszakemberek szakmai továbbképzése, szakismereteik bővítése igen nehezen oldható meg. A magyar ipar jövője érdekében alapvető fontosságú feladat a továbbképzés, hiszen a követelmények a kohászattal szemben is folyton nőnek, a világszínvonaltól lemaradnunk nem szabad, a gyors ütemű műszaki fejlődéssel lépést kell tartanunk.

A Műszaki Könyvnapok, illetve a Műszaki Könyvkiadónak a közelmúltban megjelent és a közeljövőben megjelenő kohászati szakkönyvei (*dr. Horváth:* Kohászati fizikai-kémiai számítások; *Süle:* Acélok tulajdonságai és vizsgálatuk nagy hőmérsékleten; *Becske:* Öntőminta készítés; *Komlósi:* Acélhengerlés; *dr. Varga* szerkesztésében: Öntészeti kézikönyv; *dr. Nagy—dr. Barna:* Bevezetés a porkohászatba; *Prihogyko—Proszt:* Hengerelt áruk gyártása szigorított tűréssel, továbbá az Akadémia Könyvkiadónál megjelenő Vaskohászati Encyklopédia új kötetei: *Bánhidi—Budinszki:* Vas- és acélöntés II.; *dr. Verő:* Az ipari vasötvözetek metallografiája II.; *Dévényi—dr. Geleji—dr. Kiss Ervin—dr. Széki Pálma:* Az acél képlékeny alakítása I.; Kovácsolás és sajtolás) ezt a műszaki fejlődést szolgálják.

A szakkönyvek természetesen csakis akkor lesznek hasznosak, ha útmutatásaik és közléseik tényleges ipari gyakorlattá válnak. Ez viszont feltételezi azt, hogy az olvasók a könyvvel kapcsolatos észrevételeiket, javaslataikat és kívánságaikat rendszeresen, de legalább a Műszaki Könyvnapok alkalmával közöljék a szerkesztőséggel.

Hisszük, hogy a kohászati szakkönyvek az üzemekben, laboratóriumokban, intézetekben és mindenütt, ahol kohászok dolgoznak, érdeklődésre és kedvező fogadtatásra találnak és így új tagokkal gyarapodik ismét a műszaki könyvek iránt érdeklődő kohászok tábora.

Óvári Antal

Az MTA 50 acél rideg állapotáról*

Dr. VERŐ JÓZSEF

Dk 669.14.018.25:620.171

Előzmények

A Vasipari Kutató Intézet 1952-ben, eleinte természetesen csak laboratóriumi méretben, foglalkozni kezdett egy 50...52 kp/mm² szilárdságú, 30 kp/mm²-nél nagyobb folyáshatárú feltétlenül hegeszthető acélfajta kifejlesztésével. Akkor már elég sok adat volt ismeretes az alumíniummal finomszeművé tett, ugyanilyen szilárdságú és folyáshatárú mangán-szilícium-acélról, hiszen a 30-as évek közepe óta elég sokat foglalkoztak vele. Azt is tudtuk, hogy hengerelni nem éppen enyhe rendszabályok szem előtt tartásával kell és ezenkívül a felhasználás előtt még feltétlenül normalizálni is kell. Azóta ezeket a rendszabályokat szabványban is rögzítették [1].

A magyar acélipar akkori helyzete kevésbé szigorú feltételek között gyártható, hegeszthető acélfajta kifejlesztését nemcsak kívánatossá, hanem szükségessé is tette. Három évi laboratóriumi kísérletezés és az összes elvégezhető vizsgálatok eredményeképpen a legfeljebb 0,2% titánnal ötvözött, egyébként pedig az 52 kp/mm² szilárdságú mangán-szilícium-acéléval egyező összetételű acéllal a kitűzött cél megközelíthetőnek látszott. 1955-ben ezért előbb kis elektrokemencében, majd SM-kemencében néhány kísérleti adag készült; ezeket üzemben hengereltettük durvalemezzé, további mechanikai és hegeszthetőségi vizsgálatok céljára. A kapott eredmények igazolták a laboratóriumi adagokon megállapított adatokat, sőt a kísérleti adagok lemezei hegesztett szerkezetekbe beépítve, a használatban is kifogástalanul beváltak.

Ekkor az új acélfajtát szabványosíttatnunk kellett, bár a vele szerzett gyakorlati tapasztalatunk még elég kevés volt. Szabvány hiján ugyanis az acélfajta gyártása és felhasználása továbbra is csak kísérletképpen és lényegében az intézet költségére folytatódhatott volna. Így jött létre a MSZ 6280—56 szabvány, amely a titántartalmú mangán-szilícium-acélt MTA 50 jelzéssel híd- és járműszerkezeti célra felhasználhatónak nyilvánította.

A következő években az MTA 50 acél gyártása és felhasználása nem gyors ütemben, de fejlődött és 1960-ban 2180 t-val maximumot ért el. 1961-ben és 1962-ben ennél kisebb mennyiség került forgalomba, helyette pedig megnövekedett a megközelítően hasonló szilárdságú szerkezeti acélfajták — az A 45.30 S és az A 50.35 S fajták — felhasználása. Ennek oka a gyártó üzemek részéről állandóan érezhető tartózkodáson, bizalmatlanságon kívül főképpen az 1960 elején életbe lépett új árrendszer volt, amely az MTA 50 acélt 30%-os felárral sújtotta. Evvel gyakorlatilag semmivé lett az MTA 50 acéllal a szerkezetek anyagköltségében elérhető megtakarítás, hiszen a folyáshatár alapján számítva, az MTA 50 felhasználása súlyban legfeljebb 30%-os csökkentést tesz lehetővé. Ehhez azt hozzá kell tennem, hogy az MTA 50 acéllal szemben megnyilvánuló tartózkodás és bizalmatlanság forrása nem valami elfogadható módon igazolt érv volt, hanem inkább csak elég felületesen kialakított vélemény és nem is mindig szakszerű hiedelem. 1961-ben és 1962-ben így megszűnt az MTA 50 acél felhasználása néhány olyan szerkezetben is, amelyekben már előzőleg sikerrel használták.

A laboratóriumi, valamint az üzemi kísérleti gyártásból kikerült MTA 50 lemezek melegen alakított, normalizálatlan állapotban is nagyon szívósnak bizonyultak. Már az intézet felügyelete nélkül üzemszerűen gyártott lemezek között, különösen a 14 mm-nél vastagabbak között, elvétve feltűnően ridegek is akadtak, 1...2 mkp/cm² ütőmunkával. Ezeket a lemezeket normalizálással mindig sikerült rendbe hozni. Nagy feltűnést keltett azonban 1962 őszén, hogy az Erzsébet-híd kapuzatába behegesztett néhány 20...22 mm vastag lemez megrepedt. Ezekről a lemezekről, amelyeket a MSZ 6280—56 szabványnak nem éppen szakszerű értelmezése következtében normalizálatlanul és hajlító ütővizsgálat elvégzése nélkül vettek át és építettek be, kiderült, hogy az összetételük sem mindig szabványos, az ütőmunkájuk pedig csak töredéke a szabványban előírt értéknek. Ugyanilyennek találtuk a hídépítő vállalat telepén tárolt néhány száz tonna ilyen vastag lemezt is.

Ez a tapasztalat indított arra, hogy az MTA 50 acél ridegségének okát a tanszéken rendelkezésre álló lehetőségekkel megkíséreljük felderíteni. A kérdéssel már 1961-ben is foglalkoztunk ugyan, az Erzsébet-híd ügye azonban gyorsítóan hatott. Az MTA 50 acéllal szemben hangoztatott alaptalan vélemények helyreigazítása az acél további sorsa miatt is szükségesnek látszott.

Irodalmi adatok

Elsőként *Neumeister* és *Wiester* [2] végeztek rendszeres kísérleteket többek között titánnal is ötvözött mangán-szilícium-acéllal. Azt találták, hogy az ilyen acélnak melegen hengerelt állapotában nagyon kicsiny az ütőmunkája, a szövetében pedig az eutektoid szigetei nem a megszokott sima szélűek és kompaktak, hanem fellazultnak látszanak és *rongyos* szélűek. Normalizálás után a szövet nagyon finom volt, egyébként a lágyabb acélban megszokott képet mutatta, az ütőmunka pedig 15 mkp/cm²-nél nagyobb volt. A hengerelt állapotú próbákban talált szövetet mai felfogásunk szerint ferrit-perlit-bainit-martensitesnek kell tartanunk.

Hasonló szövetet talált *Nield* [3] a 1,5% mangánnal ötvözött, szabványos angol acélfajtában is, annak melegen alakított állapotában. Meg-

*A Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének közleménye. Zárójelentés.

állapítása szerint az ilyen, nem normálisnak nevezett szövet annak az eredménye, hogy az alakítást követő lehűlés az alsó kritikusnál kevéssel nagyobb sebességgel ment végbe. A nem normális szövetű mangánacélt 600...650 C°-on egy óráig tartó megeresztéssel sikerült kilágyítania és az ütőmunkáját a kívánt értékre növelnie.

Neumeister és *Wiester*, valamint *Nield* vizsgálatai alapján gondolnunk kellett arra, hogy az MTA 50 acélban hasonló jelenségről lehet szó. Igaz ugyan, hogy az MTA 50 acél mangántartalma kisebb, mint 1,5%, de az MTA 50 acélban levő titán pótolhatja a hiányzó 0,2...0,3% mangánt, mert hiszen az austenitben oldott titán is növeli az acél átedzhetőségét, illetve csökkenti az alsó kritikus lehűlési sebességét [4].

Figyelembe kellett továbbá vennünk azt a lehetőséget, hogy a ridegséget a szóba jövő nitridek oldódása és a lehűlés után oldva maradt nitrogén okozza. Erről az elemről régóta tudjuk, hogy a vas valamennyi ötvözőeleme közül a legnagyobb mértékben emeli az átmeneti hőmérsékletet, amely fölött a ferrit és a lágyabb acélfajták szívósak és amely alatt viszont ridegek. Ha ez az átmeneti hőmérséklet jóval nagyobb 0 C°-nál, akkor a ferrit és a lágy acél már a szobahőmérsékleten is rideg. 0,01% oldott nitrogén az átmenet hőmérsékletét mintegy 200...300 C°-kal emeli [4].

Az utóbbi években megvizsgálták a figyelembe veendő állandóbb nitrideknek, főként az AlN-nek és a VN-nek az austenitben való oldékonyságát, az oldódás, valamint a kiválás körülményeit [5], [6]. Titánnal ötvözött acélra vonatkozó ilyen adatokat akkoriban nem ismertünk, de még az is kétségesnek látszott, hogy a TiN egyáltalán oldódhatik-e a vasötvözetek valamelyik kristályos fázisában. Az angol Iron and Steel Institute-nak a gázok oldódásával, valamint azok kvantitatív meghatározásával foglalkozó két összefoglaló jelentése [7], [8] az 50-es évek irodalmára hivatkozva, a TiN oldékonyságára vonatkozó megállapításokat a következőképpen összegezi: „*The references to the occurrence of titanium nitride agree that it is always insoluble in dilute acids and is not altered in amount by heat treatment.*" Az a megállapítás, hogy a TiN mennyiségét hőkezeléssel nem változtathatjuk, azt jelentené, hogy ez a nitrid az austenitben oldhatatlan vagy legalább azt, hogy az oldékonysága a hőmérséklettől független mértékű. Mindkét megállapítás ellentmond az oldódás általános érvényű törvényeinek.

A TiN-hez hasonlóan állandó nitrid oldódására az első utalást *Köster*-nek és *Kampschulte*-nek egy előadását követő vitában találtuk [9]. *Class, J.* ismertette egy meg nem nevezett karbidképző elemet is tartalmazó, 52 kp/mm² szilárdságú mangán-szilícium-acéllal végzett kísérleteit. Ennek az acélnak 1100 C°-ról levegőn vagy kemencében hűtött állapotában 14...18 mkp/cm², 1150...1230 C°-ról levegőn hűtött állapotában pedig 2 mkp/cm²-nél kisebb ütőmunkája volt. Ebben a rideg állapotában az acélnak a *Ké*-ingával mért lengést csillapító képessége tízszer akkora volt, mint szívós állapotában. A ferrit és a lágy acél csillapító képessége azonban *Dijkstra* mérései szerint [10] az oldott nitrogéntartalmával egyenesen arányos, ezért *Class J*, az 1150...1230 C°-ról levegőn hűlt acélpróbák ridegségét annak tulajdonította, hogy a meg nem nevezett karbidképző elem nitridje az austenitben oldódott, a gyors lehűlés közben pedig nem tudott újból kiválni, hanem oldva maradt a ferritben is. A meg nem nevezett karbidképző elem nagyon valószínűen titán volt; alumínium nem lehetett, mert ezt nem szokás karbidképző elemnek tekinteni, de vanádium sem lehetett, mert annak nitridje 1100 C°-on már oldatba ment volna.

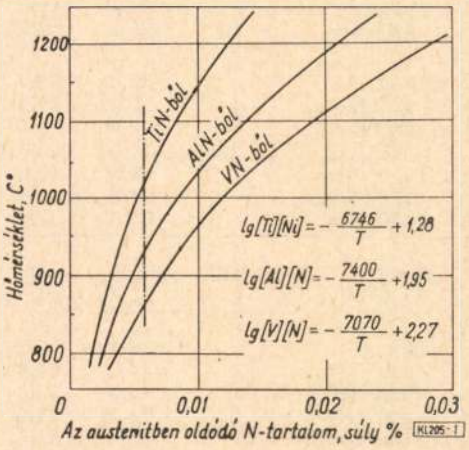
Jó másfél évvel a közlemény megjelenése után szereztünk tudomást két japán kutatónak, *Akira Adachi*-nak és *Kiyoshi Mizukawa*-nak 1961-ben közzétett vizsgálatáról [11]. Néhány kg súlyú laboratóriumi adagok anyagán meghatározták a TiN oldódását az austenitben. Ennek a vegyületnek oldékonysága is változik a hőmérséklettel, még pedig a szokásos módon, az oldódási szorzat nagyságával kifejezve a

$$\lg [Ti][N] = -\frac{6745{,}7}{T} + 1{,}28$$

egyenlet értelmében, ahol [Ti] és [N] az austenitben T K°-on oldódó titán és nitrogén mennyiségét jelenti súlyszázalékban.

A két japán kutatónak ez a megállapítása a korábbi vizsgálatokból levont következtetésekkel ellentmondásban van, de jól összeegyeztethető az oldódás általános törvényeivel. *Akira Adachi* valószínűen azért jutott a korábbi szerzőkétől különböző eredményhez, mert kis tömegű adagoknak nyilván nagyon finom szövettel kristályosodott anyagán végezte a kísérleteit, továbbá talán azért is, mert a különbözőképpen hőkezelt próbáknak híg savban oldható titán- és nitrogéntartalmát is, meg híg savban nem oldható, már szegregált állapotú titán és nitrogén mennyiségét is meghatározta.

Ha a TiN oldódására vonatkozó adatokat összehasonlítjuk az AlN és a VN oldékonyságával az [5], [6] forrásokból vett adatok felhasználásával, akkor az derül ki, hogy a TiN-ként megkötött nitrogén oldódik a legnagyobb hőmérsékleten, a vanádiumhoz kötött pedig a legkisebb hőmérsék-



1. ábra. A nitrogén oldékonysága austenitben nitridképző elemek jelenlétében [5], [6], [11] alapján számítva

leten *(1. ábra)*. Ez az ábra akkor érvényes, ha az acél a nitridképző elemet és a nitrogént a sztöchiometriai aránynak megfelelő mennyiségben tartalmazza. A valóságban ez rendszerint nincs így, egy lényeges következtetést azonban mégis levonhatunk. A gyengén ötvözött SM-acélnak 4...5 ezredszázaléknyi nitrogéntartalma ui. az ábra szerint vanádiummal is ötvözött acélban már 900 C° alatt, alumíniummal ötvözött acélban 900...950 C°-on, titánt tartalmazó acélban pedig 1000 C°-nál nagyobb hőmérsékleten mehet oldatba. Ez a megállapítás teljesen megegyezik avval, amit a három nitrid állandósága alapján várnunk kell. A három nitrid képződésének standard szabad energiája, ui. egy mol nitrogénre vonatkoztatva a következő:

a VN-é: $\Delta G = -83\,300 + 39{,}7\,T$ cal/mol
az AlN-é: $\Delta G = -144\,300 + 46{,}5\,T$ cal/mol
a TiN-é: $\Delta G = -160\,500 + 44{,}4\,T$ cal/mol

Mivel a vegyületeknek az oldódásuk előtt disszociálniuk kell, evégett pedig a képződésükkor szabaddá vált energiát újból megkötik, az állandóbb vegyület oldódása csak nagyobb hőmérsékleten mehet végbe.

Az MTA 50 acél titánon kívül néhány század százalék alumíniumot is tartalmaz. Az AlN és a TiN képződésének szabad energiája nem nagyon különbözik egymástól. Ezért is, de a vanádiummal és alumíniummal ötvözött acéllal végzett vizsgálatok értelmében is [6] lehetségesnek kell tartanunk a TiN-en kívül bizonyos körülmények között AlN képződését is.

Kísérleti programunkat úgy terveztük meg, hogy lehetőleg minden vitás kérdésre választ kapjunk. Sajnálatos módon elég sokféle hasznos vizsgálati módról le kellett mondanunk, megfelelő felszerelés hiányában.

Kísérleti rész

A kísérletekhez használt acélok

Munkánk közben elég sokféle, különböző adagból származó lemezen végeztünk egyes vizsgálatokat, rendszeres kísérleteinket azonban acélműveink gyártmányaiból kiválasztott, hengerelt állapotú, teljesen rideg lemezekkel végeztük. Ezek a lemezek két adagból származtak, amelyeknek összetételét az *1. táblázatban* közlöm. Mindkét adag anyagából egy 10 mm és egy 25 mm vastag lemeztáblát választottunk ki, olyant, amelynek már szobahőmérsékleten is jóval kisebb volt az ütőmunkája a szabvány kívánta értéknél.

A 2 jelű acél szilíciumtartalma valamivel több a szabványban előírtnál, egyébként a két acél összetétele a szabványos határok közé esik.

Hőkezelés hatása a rideg lemezekre

Első tájékozódás céljából mindkét adag rideg lemezeivel, azok hengerelt, valamint hőkezelt állapotában szakító- és hajlító ütőkísérleteket végeztünk; a hőkezelést és a vizsgálatot a LKM

1. táblázat

A kísérletekhez használt két acél összetétele

Az acél jele	Az ötvözőelemek mennyisége, súlyszázalékban							
	C	Mn	Si	P	S	Al	Ti	N
1	0,14	1,04	0,45	0,029	0,032	0,02	0,11	0,0045
2	0,18	1,15	0,60	0,036	0,028	0,05	0,10	0,0053

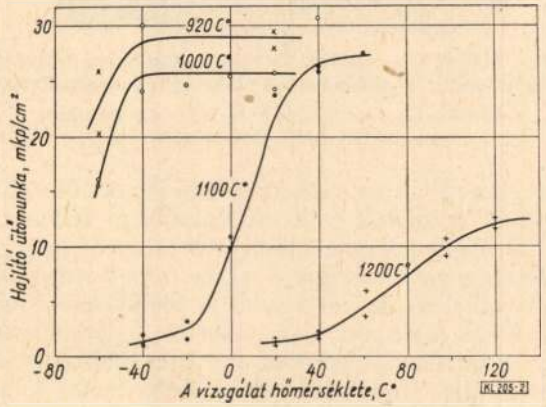
2. táblázat

A hőkezelés módjának hatása a MTA 50 acél mechanikai tulajdonságaira

jele	Az acél állapota	Lemezvastagság, mm	σ_B H	σ_B K	H	K	δ_{10} H	δ_{10} K	a_k + 20 C°-on H	a_k + 20 C°-on K	a_k — 40 C°-on H	a_k — 40 C°-on K
			kp/mm²		kp/mm²		%		mkp/cm²		mkp/cm	
	Heng.		65,0	64,0	49,0	48,0	14,1	16,5	7,2	5,6	0,6	1,5
	920°/lev.	10	54,5	53,8	40,7	40,2	21,7	23,0	11,9	9,3	8,0	6,2
	Heng.		62,0	62,7	47,0	46,5	18,7	10,0	8,1	1,9	0,45	0,4
	920°/kem.		51,2	49,7	38,8	38,8	23,5	18,7	12,5	8,2	5,2	4,6
1	920°/lev.		51,8	52,5	41,5	38,8	24,5	18,3	12,5	8,5	12,5	5,3
	920°/víz	25	71,0	69,4	—	—	17,2	12,0	10,4	8,8	8,6	7,5
	1150°/kem.		48,3	49,0	28,5	29,3	23,2	18,0	11,9	7,0	0,6	0,5
	1150°/lev.		61,6	63,3	42,9	46,5	16,0	12,5	0,95	0,6	0,4	0,35
	1150°/víz		94,0	97,8	—	—	9,0	5,0	12,0	3,7	2,3	1,8
	Heng.	10	75,5	74,5	57,2	57,5	14,0	15,0	1,4	1,2	0,5	0,45
	920°/lev.		57,2	57,0	40,2	41,0	21,3	23,0	12,2	8,3	11,5	12,1
	Heng.		76,4	75,2	57,4	58,2	15,7	12,2	0,6	0,5	0,5	0,35
	920°/kem.		56,0	54,8	38,8	40,1	24,5	20,3	12,5	8,2	—	—
2	920°/lev.		57,3	57,3	41,4	41,4	24,2	18,7	12,6	9,5	12,4	5,2
	920°/víz	25	74,5	75,2	43,3	49,7	17,7	14,0	9,8	8,1	6,8	7,1
	1150°/kem.		55,4	54,8	35,0	34,4	21,5	22,0	10,9	12,0	0,5	0,5
	1150°/lev.		74,5	77,0	54,8	58,0	16,2	15,7	0,65	0,9	0,45	0,45
	1150°/víz		116,5	112,1	106,3	107,0	8,0	5,0	8,4	5,1	2,7	2,6

üzemi berendezéseiben és anyagvizsgáló laboratóriumában végeztettük el, hogy az adatgyűjtés eredménye üzemszerű legyen. Ezeknek a vizsgálatoknak eredményeit a *2. táblázatban* összesítettük, megjegyezve, hogy a szakító kísérleteket két-két, a hajlító ütőkísérleteket pedig négy-négy próbatesten végeztük; a táblázatban az átlagértékeket közöljük.

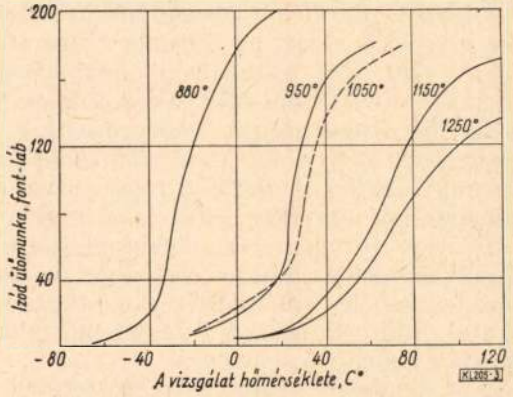
A táblázat adatai közül a következők érdemelnek figyelmet. *A 920 C°-ról levegőn hűtött, vagyis a normalizált próbatestek ütőmunkája mindig igen nagy, még — 40 C°-on is, tekintet nélkül arra, hogy a hőkezeletlen lemez mennyire volt rideg.* A 920 C°-ról kemencében vagy akár vízben hűtött próbatestek ütőmunkája is nagy. Az 1150 C°-ról levegőn lehűlt próbáknak valamennyi mechanikai tulajdonsága majdnem pontosan megegyezik a megfelelő hengerelt lemezével; ebből az következik, hogy *mindkét adag 25 mm-es lemezeinek hengerlését 1150 C°-on vagy még ennél is valamivel nagyobb hőmérsékleten fejezték be.* Ez a hőmérséklet azonban nemcsak különleges célra szánt minőségi gyártmány, hanem közönséges lágy lemez hengerlésekor is túlságosan nagynak minősítendő. A 920 és 1150 C°-ról vízben hűtött, tehát edzett állapotú próbáknak is figyelemre méltó mechanikai tulajdonságaik vannak; külföldi példák nyomán gondolhatunk arra is, hogy az MTA 50 acélt edzett állapotban is felhasználjuk szerkezeti anyagként.



2. ábra. Az 1 jelű kísérleti acél hajlító ütőmunkájának változása a hőmérséklettel, a megadott hőmérsékletről levegőn hűlt állapotban

A hengerelt, valamint a túlhevített lemezek rideg állapotának természetét az ütőmunkának a vizsgálat elvégzésének hőmérsékletével összefüggő változása pontosabban árulhatja el. A következő kísérletsorozatunkban ezért 900...1200 C°-on harminc percig izzított és levegőn hűtött 25 mm vastag lemezpróbákat ilyen szempontból vizsgáltunk meg (a *2. ábrában* összesített eredménnyel). A 900 és 1000 C°-on izzított próbák ütőmunkája csak —40 C°-on kezd csökkenni, a rideg állapotba való átmenetük hőmérséklete ennek megfelelően jóval —40 C° alá esik (az átmenetnek ezen a hőmérsékletén az egyik elég általánosan elfogadott megegyezés szerint azt a hőmérsékletet értjük, amelyen az ütőmunka 3,5 mkp/cm² értéken megy át). Az 1100, még inkább az 1200 C°-os izzítás után az ütőmunka változását feltüntető S-alakú görbe jobbra, a nagyobb hőmérséklet felé tolódik el, a rideg állapotba való átmenet hőmérséklete —15, illetve + 50 C°-ra nő; az 1100 és 1200 C° izzítási hőmérséklethez tartozó két görbe jobban el is dült, nem olyan meredek, mint a másik két görbe.

Az ütőmunka változását ábrázoló görbének ilyen viselkedése más acélfajtán végzett vizsgálatból már ismeretes annak okával együtt. *Sage* és *Copley* [12] kevés alumíniumot is tartalmazó, egyébként ötvözetlen acélfajtákon végzett vizsgálataik során azt állapították meg, hogy az izzítás

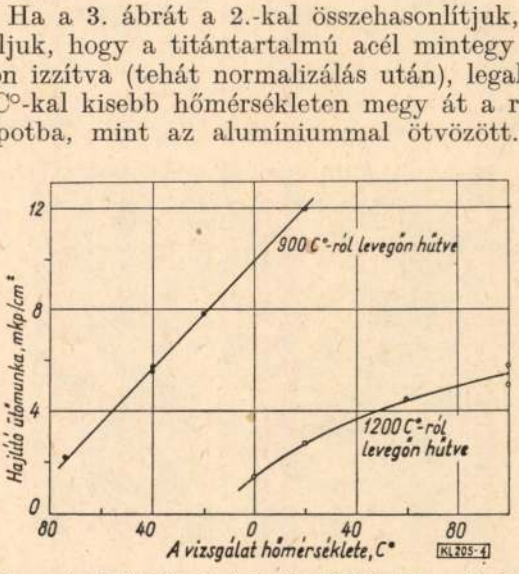


3. ábra. Alumíniummal ötvözött lágy acél hajlító ütőmunkájának változása a hőmérséklettel, a megadott hőmérsékletről levegőn hűlt állapotban [12]

C 0,17 %, Mn 0,68 %, Al 0,03 %, N 0,007 %, S 0,01 %, P 0,01 %

hőmérséklete a *3. ábrában* szemléltetett módon változtatja meg a hőmérséklet-ütőmunka görbe alakját és helyzetét, valamint azt, hogy ennek a változásnak az AlN oldódása az oka 1000 C°-nál nagyobb hőmérsékletű izzításkor. Ha az izzítást aránylag gyors, például levegőn való lehűlés követi, akkor az izzításkor oldatba ment AlN újból nem válik ki. A nagy hőmérsékleten izzított próbák ridegségét az a nitrogén okozza, amely ilyen körülmények között a ferritben oldva marad.

Ha a 3. ábrát a 2.-kal összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy a titántartalmú acél mintegy 900 C°-on izzítva (tehát normalizálás után), legalább 20 C°-kal kisebb hőmérsékleten megy át a rideg állapotba, mint az alumíniummal ötvözött. Ez



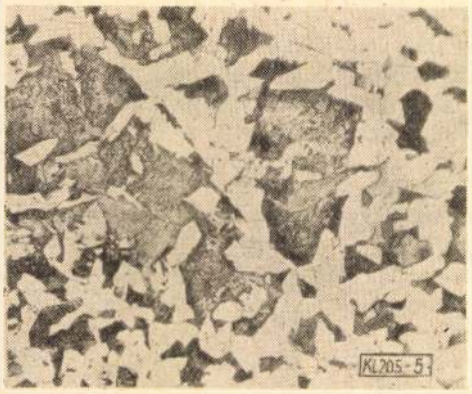
4. ábra. 0,03% titántartalmú MTA 50 acél hajlító ütőmunkája 900 és 1200 C°-ról levegőn hűlt állapotban

C 0,19 %, Si 0,42 %, Mn 1,16 %, Al 0,03 %, Ti 0,03 %

arra mutat, hogy a titán kisebb értékre csökkenti a nitrogén oldékonyságát az austenitben, mint az alumínium. A titántartalmú acél továbbá 1000 C°-on izzítva —40 C°-on még nagyon szívós, az alumíniummal ötvözött viszont 950 és 1050 C°-on végzett izzítás után —40 C°-on már jóval kisebb ütőmunkájú, mint szobahőmérsékleten. *Ez a különbség is logikusan következik a TiN stabilisabb természetéből* és az 1. ábrával is összhangban van.

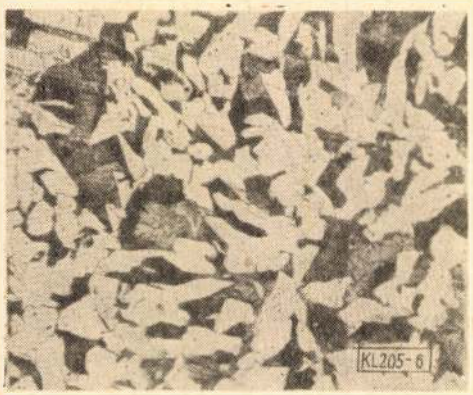
A legszükségesebb mértékre korlátozva, hasonló kísérletsorozatot végeztünk olyan MTA 50 lemez anyagával, amelynek titántartalma a 6280 MSZ újabb változatában előírt szűkebb határba esik *(4. ábra)*. 1200 C°-ról levegőn hűtött állapotában ez az acél is rideg, az átmenet hőmérséklete mintegy +40 C°; normalizált állapotban az ütőmunkája —60 C°-on csökken 3,5 mkp/cm² alá. Ezek szerint *semmi alapja sincsen annak a véleménynek, hogy csak a 0,1%-nál több titánt tartalmazó mangán-szilícium-acél lehet rideg.* A szabvány új változatának annyiban igaza van, hogy a SM-acél szokásos nitrogéntartalmának megkötéséhez 0,1%-nál kevesebb titán is elegendő, de annak sincsen semmiféle kedvezőtlen következménye, ha az acél titántartalma 0,1% vagy ennél is több; a sok titán legfeljebb felesleges.

Az austenitesítő izzítás hőmérséklete az austenit szemnagyságát, ezen keresztül annak átalakulási folyamatát és az acél végső szövetét is megváltoztatja. A laboratóriumi kísérletsorozatokban



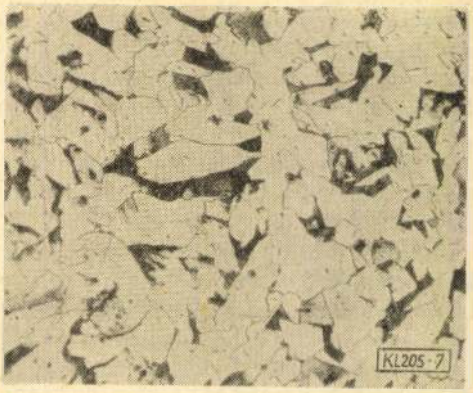
5. ábra. 0,18% C-tartalmú 25 mm vastag lemez szövetképe hengerelt állapotban

+20 C°-on a_k = 0,7, —20 C°-on a_k = 0,4 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros



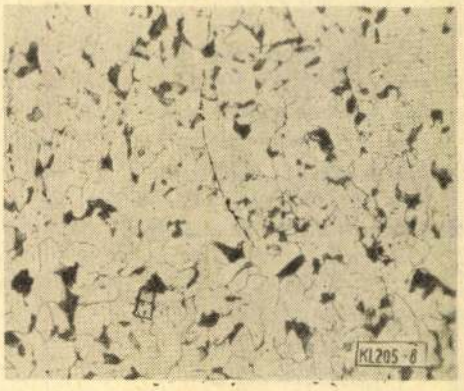
6. ábra. 0,18% C-tartalmú 22 mm vastag lemez szövetképe hengerelt állapotban

+20 C°-on a_k = 8,2, —20 C°-on a_k = 3,2 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros



7. ábra. 0,14 C-tartalmú 20 mm vastag lemez szövetképe hengerelt állapotban

+20 C°-on a_k = 1,4, —20 C°-on a_k = 0,9 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros

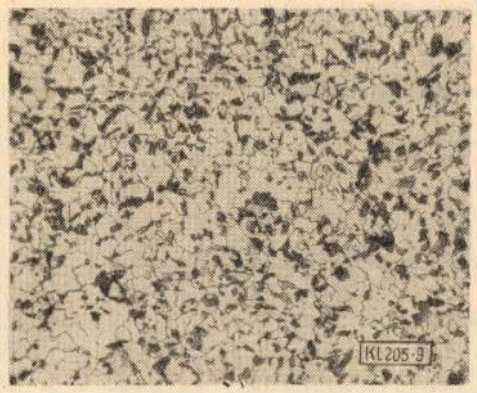


8. ábra. 0,15% C-tartalmú, 35 mm vastag lemez szövetképe szabályozott véghőmérséklettel hengerelt állapotban

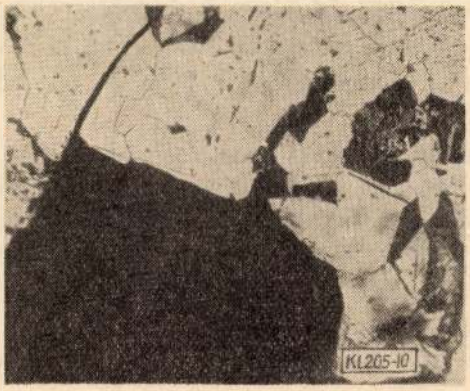
+20 C°-on a_k = 11,9, —20 C°-on a_k = 8,0 mkp/cm². Nagyítás 120-szoros, eredeti 150-szeres

hőkezelt próbák szövete az eléggé ismert összefüggéseknek megfelelő volt. A különböző felhasználási helyekről származó, hengerelt állapotú lemezek szövetében azonban sem a szívós, sem a rideg állapotra jellemző, következetesen jelentkező ismertetőjeleket találnunk nem sikerült, legfeljebb azt, hogy a szívósabb lemezek szövete többnyire, de nem mindig, finomabb volt a rideg lemezekénél. Az *5., 6., 7.* és *8. ábrában* különböző helyekről származó, hengerelt állapotú lemezek szövetképét mutatom be, az ütőmunka értékének közlésével. Összehasonlítás céljából a *9. ábrában* laboratóriumban normalizált 25 mm vastag lemez szövetképét is bemutatom.

Következtesen az a különbség volt megállapítható, hogy a rideg, kis ütőmunkájú próbatestek számottevő maradó alakváltozás nélkül törtek a ferrit hasadása útján. Az ilyen próbák törete csillogó, kristályosnak látszik. A szívós, nagy ütőmunkájú próbatestek törés előtt meghajlottak és nagyobb mértékű maradó alakváltozásnak egyéb jeleit is mutatták. A kétféle törésfelület jellegzetes mikroszkópos képét a *10.* és *11. ábra* szemlélteti. A kis ütőmunkájú próbának a 10. ábra szerinti törésfelületét deformálatlan ferritkristályok hasadási lapjai alkotják, a 11. ábrában pedig erősen deformált ferritkristályok ismerhetők fel, a törés tehát az alakváltozó-képesség kimerülésekor következett be. A 10. és 11. ábra az *1.* jelű acélnak labora-

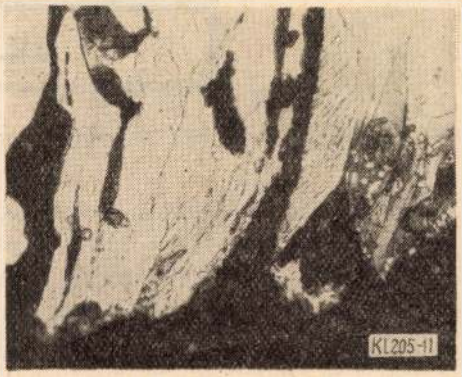


9. ábra. 0,18 % C-tartalmú 25 mm vastag lemez szövetképe normalizált állapotban.
+20 C°-on a_k = 19,5, —20 C°-on a_k = 15,2 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros



10. ábra. 0,14 % C-tartalmú, 1200 C°-ról levegőn hűlt lemez törésfelületének jellege
a_k = 1,1 mkp/cm². Nagyítás 400-szoros, eredeti 500-szoros

tóriumban hőkezelt két próbájáról készült. A 10. ábrát adó rideg próbát 1200 C°-on austenitesítettük és levegőn hűtöttük, a 11. ábra próbáját ugyancsak 1200 C°-on izzítottuk, kemencében 900 C°-ra hűtöttük, ezen a hőmérsékleten két óra hosszat tartottuk, aztán a kemencében teljesen lehűtöttük. Ilyen körülmények között valamely ötvözetlen vagy gyengén ötvözött acél törésének módját és evvel az ütőmunkáját mai ismereteink szerint csak egyetlen körülmény változtathatja meg a 10. és 11. ábrában bemutatott módon, nevezetesen a nitrogén. A két képben szemléltetett különbség oka csak az lehet, hogy *a 10. ábra szerinti próba az acél nitrogéntartalmának jelentős részét oldva tartalmazza, a 11. ábra szerinti próba pedig valamilyen állandó nitrid szegregált kristályai alakjában.*



11. ábra. 1200 C°-ról 900 C°-ig kemencében hűlt, itt két órán át tartott, azután kemencében hűlt 0,14 % C-tartalmú próba törésfelületének jellege
a_k = 11,2 mkp/cm². Nagyítás 400-szoros, eredeti 500-szoros

Az MTA 50 acél nitridjeinek oldódása és kiválása

Az előző fejezetben leírt mechanikai és mikroszkópos vizsgálatok eredménye alapján már nagyon valószínűnek látszott, hogy *az MTA 50 acél rideg, ha austenites állapotában a TiN és esetleg az AlN is oldatba ment, de lehűlés közben nem volt lehetőségük, hogy újból kiváljanak, úgyhogy a ferritben jelentős mennyiségű nitrogén marad oldott állapotban. A szívós állapotú MTA 50 acél nitrogéntartalma viszont túlnyomórészt TiN, esetleg AlN alakjában kivált, lehűlés után tehát a ferritben csak nagyon kevés oldott nitrogén marad.*

A következő teendő logikusan az lett volna, hogy megállapítsuk, miképpen változik az MTA 50 acél oldott nitrogéntartalma a feldolgozás és hőkezelés különböző körülményei között és nyomon kövessük az oldatlan nitridek mennyiségének és minőségének változásait. Az ilyen célra szóba jövő vizsgáló módszerek legtöbbjéről azonban le kellett mondanunk.

A ferritben oldott nitrogén mennyiségének változásait legmegbízhatóbban a belső súrlódás mérésével, *Ké*-ingával lehetne nyomon követni. *Ké*-ingánk nincsen. Megkíséreltük a TiN kristályok mennyiségének változását mikroszkópos méréssel meghatározni. Az megállapítható volt, hogy a nagyobb hőmérsékleten izzított próbákban kevesebb az oldatlan TiN, de az oldott TiN kiválásának megfigyelése nem sikerült. Ennek nyilván az az oka, hogy az oldott állapotból kiváló TiN rendkívül apró, mikroszkópon nem is látható kristálykákat képez.

(Folytatjuk)

Helytelen — **helyes**

A hengerlés leginkább 200 kg-os *bugaindulásból történt.* — A hengerléshez leginkább 200 kg-os bugát **használtak.** (A bugaindulásból helytelen szóképzés, a szövegben teljesen elkerülhető. Helytelen az első mondatban az is, hogy a hengerlésre azt állítjuk, hogy történt. Még egyszerűbb megoldás: Leginkább 200 kg-os bugából hengereltek.)

Világviszonylatban is a nagyobb volumenű szilárdságú anyagok *kategóriájában* az 50—35 minőség *túlnyomóan szerepel.* — Világviszonylatban **túlnyomóan** az 50—35 minőség **szerepel** a nagyszilárdságú anyagok **csoportjában.**

Korszerű hőkezelősor, egy ilyen *példaképpen volt* 12 egységből álló gáztüzelésű dobkemencéből áll. — Egy ilyen korszerű hőkezelősor 12 egységből álló gáztüzelésű dobkemencéből áll.

A kemence *tüzeléséhez* a tüzelőanyagot az *égőkhöz előre* levegővel keverve nyomással szolgáltatják. — A kemence **égőihez** a tüzelőanyagot levegővel **előzetesen keverve,** nyomással szolgáltatják.

Ennélfogva a rúd haladó és forgó mozgást végez a *kemencében, mely szükséges* az egyenletes hőfelvétel miatt. — **Ezért** a rúd a **kemencében** haladó és forgó mozgást végez, **ami** az egyenletes hőfelvétel miatt szükséges.

DR. BELLA EDE

1905. november 7-én Marosvásárhelyen született.

Középiskolai tanulmányait a Marosvásárhelyi Bólyai Kollégiumban végezte és ott érettségizett 1923-ban. Gépészmérnöki oklevelét a budapesti József Nádor Műegyetemen kapta 1928-ban.

Gépészmérnöki oklevelének elnyerése után rövidesen a Csepeli Fémműbe került, ahol több üzemben dolgozott. Ott *Deniflée Sándor* és *dr. Geleji Sándor* neves kohómérnökök mellett



működött és az ő irányításuk alatt mindjobban megszerette a fémek képlékenyalakítását, úgyhogy ezután már ez lett élethivatása. 1952-ig a Csepeli Fémművek üzemeiben dolgozott üzemmérnöki, majd főmérnöki minőségben. Ez alatt az idő alatt részt vett a Csepeli Fémmű új alumínium hengerművének tervezésében és építésében, mint annak főmérnöke.

1952-től a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának főmérnöke volt, ezenkívül a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Képlékenyalakítástani Tanszékén is dolgozott, a Magyar Tudományos Akadémia Kutató csoportjában, mint tudományos kutató mérnök. Ugyancsak a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen a „Fémek hőkezelése" című tárgyat is előadta, mint meghívott előadó tanár. Tudományos munkájának elismeréséül 1954-ben a „műszaki tudományok kandidátusa" minősítést nyerte el.

Dr. Bella Ede egész életében nagy szorgalommal, következetesen sokat dolgozott a fémek képlékeny alakítása terén. Tudományos értekezéseit főleg az utóbbi 10 évben írta. Legmaradandóbb munkája a „Fémek Hőkezelése" című könyve, ami a kohómérnökök képzéséhez hézagpótló könyv.

Dr. Bella Ede szakmai szeretete folytán már korán Egyesületünk tagjai közé lépett és több mint 25 éven át aktív tagja volt Fémkohászati Szakosztályunknak. Mint csendes, mélygondolkodású, kedves modorú kollegát, mindenki szerette és tisztelte.

Dr. *Bella Ede* hosszú, fájdalmas szenvedés után húnyt el. Elhamvasztás előtti búcsúztatása 1964. július 1-én 2 órakor volt a Farkasréti Temető halottasházában, ahol a Magyar Tudományos Akadémia nevében *dr. Geleji Sándor* akadémikus professzor búcsúztatta.

Búcsúztatására sok régi csepeli kollégája és szakmai barátja kísérte el.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület koszorúját elhelyeztük ravatalán és kívántunk az egyesület nevében *kedves Ede Barátunknak* utolsó Jószerencsét. *Köves Elemér*

Műszaki eseménynaptár

Szept. 8. 70 éve (1894) halt meg *Helmholtz, Hermann Ludvig Ferdinánd* német fizikus (szül. 1841) az energia-megmaradás törvényének egyik megalkotója, a szemtükör feltalálója.

9. 50 éve 1914-ben találta fel *Voigtländer, H.* és *Hohmann, H.* a wolframkarbid és a molibdénkarbid kemény fémeket.

9. 160 éve (1804) végzett először tudományos célú felszállást léghajójával *Gay Lussac, Joseph Louis* francia fizikus (1778—1850).

17. 120 éve (1844) született *Puskás Tivadar* magyar feltaláló (megh. 1893), a telefonközpont és a telefonhírmondó megalkotója.

26. 125 éve (1839) született *Seger, Hermann August*, aki a róla elnevezett Seger-kúpot feltalálta, mellyel nagy hőmérsékleten megállapítható a cseppenés hőmérséklete.

26. 100 éve (1864) állította elő először *Frank, A.* a magnezit téglát, amelyet egy lángkemence tűzhídjába épített be.

26. 25 éve (1939) halt meg *Bláthy Ottó Titusz* magyar mérnök (szül. 1860) a transzformátor egyik feltalálója.

30. 25 éve (1939) halt meg *Sigmond Elek* magyar kutató (szül. 1873) a hazai talajtan egyik megalapítója.

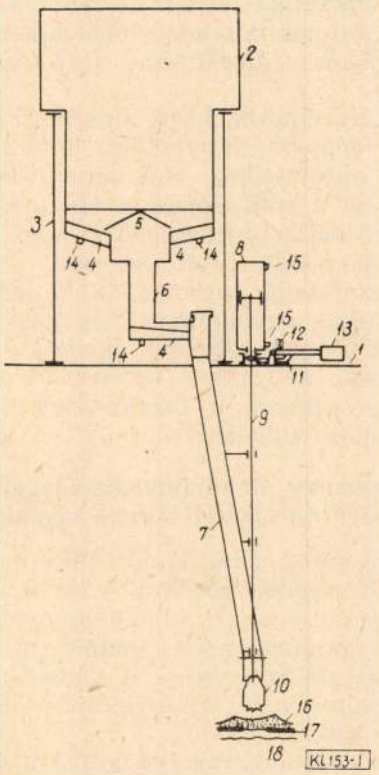
Az összeállított Műszaki Eseménynaptér nem teljes. A vonatkozó szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szakanyagában (Budapest VIII. Muzeum-u 17.) Felvilágosítást ad Pap János (telefon; 336—309)

Üzemi tapasztalatok automatikus alumíniumoxid adagolású alumíniumelektrolizáló kádakkal

DR. BALÁZS ENDRE a műsz. tudományok kandidátusa
ÁDÁM JÁNOS tud. munkatárs
SZENTIVÁNYI GYULA okl. gépészmérnök

DK 669.712 : 66.028 : 669.713.7

Korábban már ismertettük azt a berendezést, mellyel a magyar alumíniumkohászatban üzemi kádon megoldottuk az alumíniumelektrolizáló kádak félfolyamatos automatikus timföldadagolását [1]—[3]. Ez a berendezés — melynek elve az *1. ábrán* látható — a kádra szerelt, több napos alumíniumoxid készletet tároló tartályból, pneumatikus működtetésű alumíniumoxid adagolóból és az elektrolitkérgen nyílás kialakítására szolgáló betörőszerkezetből áll és alkalmas arra, hogy szabályozható tartamú, rövid időközönként meghatározott mennyiségű alumíniumoxidot juttasson az alumíniumelektrolizáló kádak elektrolitjába.



1. ábra. Folyamatos timföldadagoló berendezés vázlata

1 = anódkezelő szint, 2 = timföldtartály, 3 = tartószerkezet, 4 = légcsatorna, 5 = kisnyomású levegő kilépése, 6 = mérőedény, 7 = surrantó, 8 = léghenger, 9 = rudazat, 10 = betörőfej, 11 = ütköző bütyök, 12 = rugó, 13 = ellensúly, 14 = kisnyomású préslevegő becsatlakozása, 15 = préslevegő becsatlakozás, 16 = Al_2O_3-takaró, 17 = elektrolitkéreg, 18 = elektrolit

Az elmúlt években nagyobb kádcsoporton folytattunk munkálatokat egyrészt az automatizált félfolyamatos alumíniumoxid adagolásnak megfelelő, módosított kád-üzembentartási módszerének kialakítására, másrészt a leírt berendezés tökéletesítésére, aminek elsősorban a karbantartási igény csökkentése volt a célja. E munkánk eredményeiből közöljük az alábbi részleteket.

1. Üzemi kísérleti munkamód

Az eddigi üzemi kísérletek során nagyobb kádcsoporton háromféle munkamódot próbáltunk ki sikeresen :

a) Óránkénti félfolyamatos alumíniumoxid adagolás. Napi 1 kádkezelés. A kezeléseket felváltva egyik nap anódeffektus alkalmával, másik nap anódeffektus nélkül végzik.

b) Óránkénti félfolyamatos alumíniumoxid adagolás. Kétnaponként egy kezelés anódeffektus alkalmával.

c) Óránkénti félfolyamatos timföldadagolás. Négynaponként egy kezelés anódeffektus alkalmával.

Az alábbiakban a kialakított munkamódok néhány fontosabb részletét közöljük.

A félfolyamatos automatikus adagolásra áttérés előtt a kádat minden esetben anódeffektus alkalmával kezelik. Ennek során az egyik hosszú, valamint egyik rövid oldalon az elektrolitkéregről az alumíniumoxidtakarót visszahúzzák és a kérget az anódeffektus megszüntetése után e részeken szélesen betörik. Az elektrolit felszínén úszó szénsalakot, ha szükséges, úgy távolítják el gondosan, hogy az adagoló alatt visszamaradó salakmennyiség minimális legyen. Ezután az elektrolitot az adagoló alatt levő részen vastagabb alumíniumoxid réteggel takarják le. A gyorsan elvégzett és vastag rétegű alumíniumoxid takarás megakadályozza azt, hogy az adagoló alatt vastag elektrolit kéreg keletkezzék.

Mivel a félfolyamatos automatikus alumíniumoxid adagolásra való áttérés során a kád hőveszteségei csökkennek, a kád alapfeszültségét a szakaszos kezelések során beállított feszültségértéknél 50—100 mV-tal kisebb értékre kell szabályozni.

Az anódeffektus alkalmával végzett kezelés után a kádat bekapcsolják az automatika működési körébe. A kezelés és a bekapcsolás között eltelt idő attól függően változik, hogy az elektrolitban nagyobb, vagy kisebb átlagos alumíniumoxid koncentrációt kívánnak fenntartani. A kádat az automatikus rendszerbe a megfelelő légvezeték-elágazások csapjainak nyitásával kapcsolják.

Adagolás közben a kádakon ellenőrizni kell a kéregtörő és az alumíniumoxid adagoló berendezések rendszeres működését, valamint időnként azt hogy az alumíniumoxidadag teljes egészében oldódik-e az elektrolitban. Mindehhez a gyakorlatban egyetlen megfigyelés elegendő : ha az adagoló alatt az alumíniumoxid takaró vastagsága a szokásos, akkor a berendezés jól működik. Az adagolóberendezések működését bizonyító jelzéseket központi ellenőrző műszertáblára lehet továbbítani. Emellett célszerű a kádakat műszakonként egyszer-kétszer szemrevételezéssel is ellenőrizni.

A naponkénti egyszeres kezeléssel dolgozó eljárásban 22 órai automatikus adagolás után a kádat az adagolásból ki kell kapcsolni, majd az előbbi kezeléssel ellentétes rövid és hosszú oldalon anódeffektus kivárása nélkül kezelni. Ezután a kádat az automatika működési körébe ismét úgy kapcsolják be, hogy az adagolás további 18 órán át folytatódjék. Ekkor a kádat ismét kikapcsolják az adagolásból és megvárják a következő anódeffektus keletkezését. Az ennek során végzett kádkezelés után az adagolási ciklus elölről kezdődik.

A 2 és 4 naponkénti kezelés és munkamód az előbbiektől abban különbözik, hogy a 2 naponként, vagy 4 naponként esedékes fémcsapolás után szüntetik be az adagolást és a kádat anódeffektus alkalmával kezelik. A váltogatott hosszú és rövid oldalakon végzett gondos kezelés után az adagolási ciklus elölről kezdődik.

A félfolyamatos automatikus adagolású kádakon az anódeffektusokat és kezeléseket célszerű egyenletesen, ütemtervnek megfelelően műszakokra elosztani. A kád csapolását az adagolókkal ellentétes oldalon célszerű végezni, ezalatt az adagolók zavartalanul működhetnek.

Ha az adagolóberendezés szabályosan működik és az alumíniumoxid az elektrolitban mégsem oldódik, ennek a következő okai lehetnek :

a) Sok a szénsalak az elektrolit felszínén. Ekkor a felszínre hulló alumíniumoxid az elektrolittal rosszul érintkezik, az oldódás lassú.

b) Az elektrolit alumíniumoxid-tartalma túl nagy.

c) Az elektrolit hőmérséklete kicsi, vagy az adagoló alatt a katódon alumíniumoxid lerakódás van.

A zavar elhárítása érdekében az októl függően úgy járhatunk el, hogy a törőberendezést működésben tartjuk és csak az alumíniumoxidadagoló szelepét zárjuk el 2—3 óra időtartamra. Súlyosabb esetben az adagolást meg kell szüntetni és a kádon anódeffektus keletkezését kell kivárni.

Ha a kádon az adagolási ciklus idejében váratlanul anódeffektus jelentkezik, akkor — ha az anódeffektus közvetlenül az előző anódeffektus, vagy kádkezelés után keletkezett — a kéreg rövid szakaszának betörésével ezt megszüntetjük. Eközben az adagoló működését nem szakítjuk meg. Ha az anódeffektus a soronkövetkező kádkezelés előtt keletkezett, a kádat kezeljük és adagolását új ciklus szerint kapcsoljuk be.

Üzemi tapasztalatok szerint célszerű a félfolyamatos automatikus adagolású kádakon a szakaszosan kezelt kádak értékeihez viszonyítva néhány cm-rel alacsonyabb fémnívót tartani.

A kádakon elhelyezett alumíniumoxid tartályok töltésére töltőtartályt használunk, melyet az üzemi alumíniumoxid-bunker alatt töltenek. A megtöltött tartályt daru segítségével szállítják a kádakon levő tartályok fölé. Az alumíniumoxidot pneumatikus működtetéssel töltik át.

2. A berendezések karbantartásának alakulása

Az *1. táblázat* az üzemi naplók adatai alapján a berendezések karbantartási igényének alakulását mutatja meg.

1. táblázat

A félfolyamatos automatikus alumíniumoxid adagoló berendezés karbantartási igényének alakulása

Év	Időszak, n.-év	38 kádas berendezés karbantartás igénye, eset/nap	160 ua. kádra átszámítva, eset/nap
1960.	II.	8,4	34
	III.	6,2	25
	IV.	2,5	10
1961.	I.	2,0	8
	II.	2,0	8
	III.	1,4	6
1962.	III + IV.	0,5	2

Ismeretes, hogy a jelenlegi szakaszos kádkezelési munkamód alkalmazásakor e munkát kádbetörős gépek és alumíniumoxid szállító kocsik látják el. E gépparkot ellátó karbantartó személyzet munkaóra-ráfordítása (a géppadi munkák nélkül) egy adott szérián kb. 0,7 óra/t Al. Az 1. táblázat utolsó sorának munkaórára végzett átszámítása eredményeként az automatikus adagolóberendezések megfelelő munkaóra ráfordítására 0,15 óra/t Al-ot kapunk.

Ebből következik, hogy a jelenlegi szakaszos kádkezelő géppark leterhelését tört hányadára csökkentő automatikus alumíniumoxid-adagolás bevezetésekor a mai gépparkot ellátó személyzet a jelentkező karbantartási igényt létszám-többlet szükségessége nélkül el tudja végezni.

Tapasztalataink szerint a karbantartási igény az automatikus alumíniumoxid-adagoló berendezések működésének átmeneti hosszabb szüneteltetését követő időszakban ugrászerűen nő, tehát emiatt sem célszerű a berendezések munkáját hosszabb időre szüneteltetni.

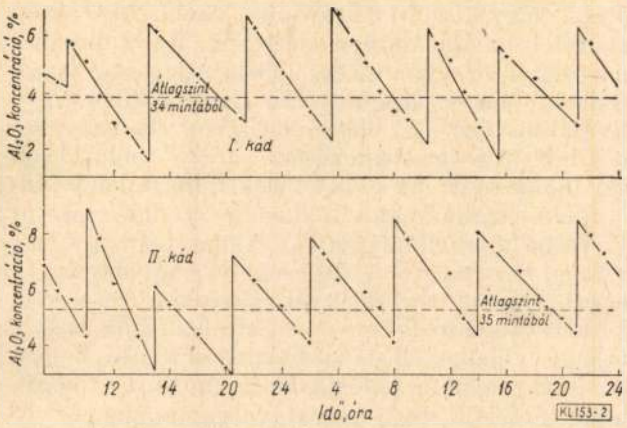
3. A félfolyamatos alumíniumoxid-adagolás hatása az olvadékelektrolit összetételének egyenletességére

E vizsgálatok során kádbetörőgéppel és alumíniumoxid-adagoló kocsival 6 és 2 óránként, valamint az automatikus alumíniumoxid-adagolóval 1 és 0,5 óránként kezelt alumíniumelektrolizáló kádakat hasonlítottuk össze. A kádakba az elektrolízis számított igényét kielégítő timföldmennyiséget adagoltuk.[1]

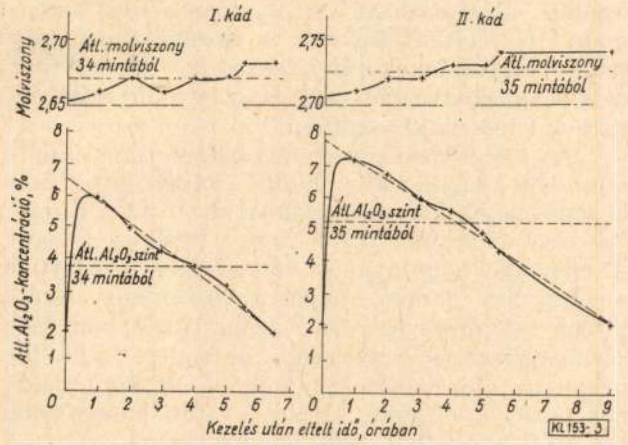
Az általánosan elterjedt 6 óránkénti szakaszos kádkezeléssel kezelt kádak kérgét minden alkalommal az egyik hosszú és egyik rövid kádoldalon törték be és az alumíniumoxidot kb. 2000 kg olvadt elektrolitra számítva adagolták. A fürdőmintákat az anódeffektusok, illetve az ezek nélkül végzett kezelések között óránként vették. A molarány meghatározására a zsugorításos eljárást [4], az elektrolit alumíniumoxid tartalmának meghatározására a Fiquet—Armand-féle lúgos módszert [5] alkalmazták (2., 3. ábrák).

A *2. ábrán* két elektrolizáló kádban levő elektrolit aluminiumoxid koncentrációjának alakulását

[1] E mérések elvégzésében tevékenyen közreműködött Klug Ottó tud. munkatárs



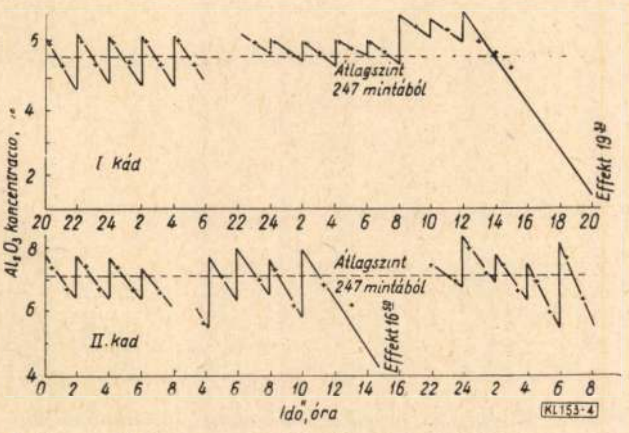
2. ábra. Al_2O_3-koncentráció változása 6 óránként szakaszosan kezelt kádakban



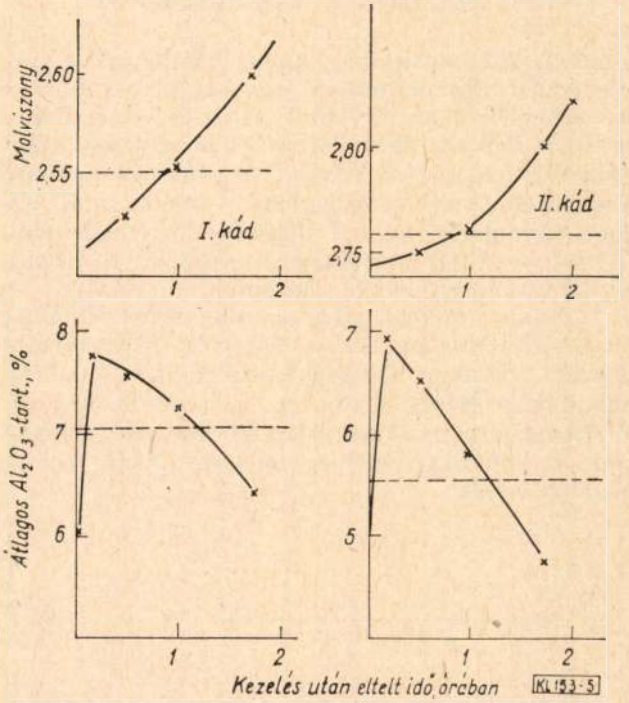
3. ábra. Al_2O_3-koncentráció változása a kezelés után eltelt idő függvényében és az átlagos molarány a 6 óránként kezelt kádakban

láthatjuk az idő függvényében. A *3. ábrán* ugyanezen kádak óránként vett elektrolitmintáinak molarányát és Al_2O_3-tartalmát tünettük fel a kezelés után eltelt idő függvényében. Tapasztalatunk szerint az elektrolit az alumíniumoxidot aránylag rövid idő, 10—15 perc alatt oldja és az alumíniumoxid-koncentráció az idő függvényében szabályszerűen változik. Az alumíniumoxid-koncentáció szélső értékeinek maximális eltérése a középértékektől kb. 70 elektrolit minta elemzése alapján kb. $\pm 3\%$.

A 2 óránként kezelt kádak kb. 40 kg-os alumíniumoxid adagját minden esetben az egyik hosszú kádoldal $^1/_3$ hosszán adagolták be. A rövid oldalakat csak 3 naponként egyszer, anódeffektus jelentkezésekor végzett kezeléskor törték be. A kádakból ilyen kezelési eljárással a molarány és az alumíniumoxid-tartalom meghatározására 3 héten keresztül folyamatosan vettünk mintákat. A *4. ábrán* két elektrolizáló kád elektrolit alumíniumoxid-koncentrációjának alakulását láthatjuk az idő függvényében. Az *5. ábrán* ugyanezen két kád



4. ábra. Al_2O_3-koncentráció változása 2 óránként szakaszosan kezelt kádakban

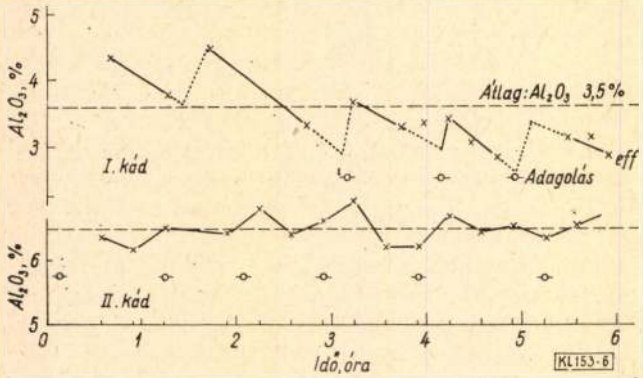


5. ábra. Al_2O_3-koncentráció változása a kezelés után eltelt idő függvényében és az átlagos molarány a 2 óránként kezelt kádakban

elektrolitmintáinak molaránya és alumíniumoxid-tartalma szerepel a kezelés után eltelt idő függvényében. Látható, hogy — amint azt várhattuk — az alumíniumoxid-tartalom ingadozása lényegesen kisebb, mint a 6 óránkénti kezeléssel üzemben tartott kádakban. 247 elektrolitminta elemzése alapján a szélső értékek maximális eltérése a középértéktől kb. $\pm 1\%$ (4., 5. ábra).

Az óránként végzett gépi, félfolyamatos adagolású alumíniumoxid-betáplálással az elektrolitba az anód egyik hosszú oldalának közepén egyszerre kb. 18 kg-os alumíniumoxid kerül. A vizsgálatok során e kádakon anódeffektus keletkezését 2—4 naponként egyszer engedtük meg. Összesen 414 elektrolitmintát elemeztünk, elsősorban az elektrolit Al_2O_3-tartalmának megállapítására. E vizsgálatok során az elektrolit-összetétel ingadozásainak vizsgálatán kívül egy bizonyos összetétel-szint hosszabb idejű fenntartásának körülményeit is kutattuk.

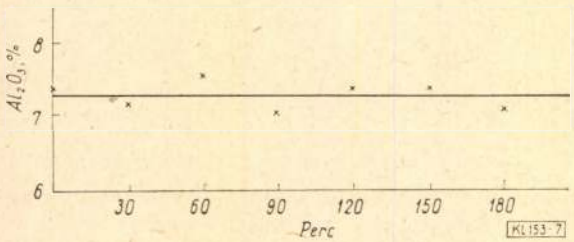
A *6. ábrán* feltüntetett első kádban az alumíniumoxid-adagolás gyakorisága és az adagolt alu-



6. ábra. Al_2O_3-koncentráció változása 2 óránként géppel félfolyamatosan adagolt kádban

míniumoxid mennyiség nincs összhangban az elektrolízis alumíniumoxid fogyasztásával, aminek következtében az elektrolit Al_2O_3-tartalma fokozatosan csökken és a kádon az adagolások után is anódeffektus keletkezik. A második kádban ezek a tényezők összhagban vannak, ami az igen egyenletes, az idő függvényében legfeljebb $\pm 0{,}5\%$-os Al_2O_3-koncentráció ingadozását mutató elektrolit-összetételt folyamatosan fenntartja.

A 0,5 óránként végzet automatikus félfolyamatos timföldadagolás az elektrolit Al_2O_3-tartalmának még nagyobb egyenletességét (kb. $\pm 0{,}25\%$ maximális eltérés) biztosítja. A *7. ábrán* egy 0,5 óránként automatikusan adagolt kád elektrolitjának az idő függvényében ingadozó Al_2O_3-tartalmát láthatjuk.



7. ábra. Átlagos Al_2O_3-koncentráció a félóránként géppel félfolyamatosan adagolt kádban

Itt jegyezzük meg azt, hogy az óránként egy ponton végzett automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolással végzett vizsgálatok szerint az olvadékelektrolitban teljes alumíniumoxid-koncentráció kiegyenlítődése nem következik be és az adagolás pontjával ellentétes oldalon az elektrolit Al_2O_3-tartalma átlagosan kb. 0,2%-kal kisebb. Ez a körülmény azonban a tapasztalatok szerint az elektrolizáló kádak üzemmenetét nem zavarja.

4. Az optimális Al_2O_3-koncentrációról

Az olvadékelektrolit Al_2O_3-tartalma függvényében az áramhatásfok és a fajlagos elektromos vezetőképesség az optimum keresés szempontjából ellenkező értelemben változik [6], [7]. Ezért felmerül a kérdés, vajon melyik Al_2O_3-koncentráció-tartományban célszerű dolgozni az automatikus alumíniumoxid-adagolás közben?

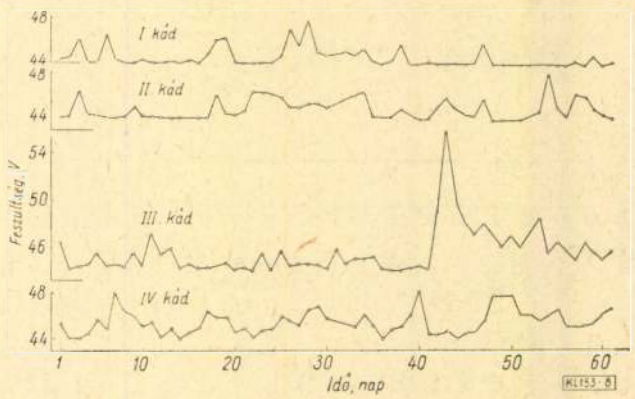
Általánosságban megállapítható, hogy áramerősséggel erősen terhelt kádakban (pólustávolság 4 cm, vagy kisebb) célszerűbb a kisebb Al_2O_3-koncentráció-tartományban dolgozni. Ez a korábbi üzemvitel középkoncentrációinak átlagához viszonyítva pólustávolság-növelést tesz lehetővé (vagy legalábbis részben, illetve egészben ellensúlyozza a hőveszteség-csökkenésből eredő pólustávolság-csökkenést) az olvadékelektrolit fajlagos villamos ellenállásának csökkenése eredményeként. Kevésbé leterhelt állapotú kádakkal (pólustávolság 4,5 cm, vagy nagyobb) célszerűbb a nagyobb Al_2O_3-koncentrációk tartományát választani. Ez közvetlen áramhatásfok-növekedést ad anélkül, hogy a fajlagos villamos ellenállás bekövetkező növekedése eredményeként a pólustávolság (a hőveszteségek csökkenéséből eredő pólustávolság-csökkenést figyelembe véve) az optimum alá süllyedne.

Megjegyezzük, hogy az elektrolit-összetétel változásának fejlődési iránya, sóadalékok, az egyáltalán alkalmazható Al_2O_3-koncentráció-tartományt előreláthatólag már a közeljövőben igen szűkre, a kis értékek irányába szorítja. Ezeket már nem is a legkedvezőbb, hanem az egyedül reális értéknek lehet majd tekinteni.

Az előbiekben ismertetett automatikus alumíniumoxid-adagolással működő kádak általában közepes Al_2O_3-koncentrációkkal dolgoztak. Ennek oka nem az áramhatásfok vagy a fajlagos elektrolit-ellenállás nagyságának változtatására irányuló megfontolás, hanem csupán a biztonságos üzemvitelre való törekvés volt. Közepes Al_2O_3-koncentráción ugyanis egyrészt még nem fenyeget a kádfenéken az alumíniumoxid-lerakódások képződésének veszélye, másrészt kisebb a valószínűsége nem tervezett anódeffektusok megjelenésének.

5. A félfolyamatos automatikus alumíniumoxid-adagolásra való áttérés hatása a kádfeszültség állandóságára

Az automatikus félfolyamatos, vagy folyamatos alumíniumoxid-adagolásra való áttérés egyik előnyeként várható az alumíniumelektrolizáló kádak feszültségingadozásainak csökkenése mind a szélső értékek közti különbség csökkenése, mind az ingadozások gyakoriságának csökkenése alakjában. Ennek eredményeként általában egyenletesebb kemenceüzemnek kell kialakulnia. E kérdés vizsgálatára kb. 1 hónapos időszakban 2—2



8. ábra. Kádfeszültség változása szakaszos és automatikus Al_2O_3-adagolású kádakon
I., II. Automatikus adagolású kádak, III., IV. szakaszos kezelésű kádak

megegyező kádszériában működő, egyébként azonos kivitelű, szakaszos munkamóddal (6 óránként kéregbetöréssel) kezelt és automatikus félfolyamatos (óránkénti) alumíniumoxid-adagolással működő kád alapfeszültségének napi átlagértékeit regisztráltuk.

Az alapfeszültségek napi átlagának alakulása a *8. ábrán* látható. A diagramokból kitűnik, hogy az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid adagolási munkamód (I., II. kád) várt előnye e vonatkozásban a szakaszosan kezelt kádakéhoz képest (III., IV. kád) az egyenletesebb, kisebb ingadozásokat mutató kádfeszültségi állapot alakjában valóban jelentkezik.

6. A kísérleti kádcsoport műszaki mutatói

A *2.* és *3. táblázatban* az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolással működő kádak adatait közöljük, összesen kétéves üzemi időszakra. A közölt számok 19—38 kádra vonatkozó átlagok. Egyidejűleg közöljük az ugyanazon szériában szakaszos kezeléssel üzemben levő összehasonlító kádsorok adatait is.

A táblázatokból megállapítható, hogy az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid adagolással működtetett kádcsoport tartósan kisebb átlagfeszültséggel van üzemben, mint a szokásos kezeléssel működtetett összehasonlító kádsorok. Ennek az a magyarázata, hogy a kezelés gyakoriságának csökkentése eredményeként a kád rövidebb ideig van nyitott kérgű állapotban és általánosan csökkennek a szabad elektrolit felületen, illetve az alumíniumoxiddal takart elektrolitkérgen keresztül érvényesülő hőveszteségek.

A táblázatokból látható, hogy az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolással működő kádak áramhatásfoka a szokásos szakaszos kezeléssel működtetett kádsorokéhoz viszonyítva kis mértékben, néhány tized %-kal kisebb. Ennek az a magyarázata, hogy a csökkent hőveszteségek eredményeként az automatikusan működtetett kádak valamivel kisebb átlagos pólustávolságon dolgoznak, ami közismerten az áramhatásfokot csökkenti. A csökkenésben közrejátszik az is, hogy a vizsgált időszakasz adataiban az elkerülhetetlen elsajátítási nehézségekkel együtt egy új munkamód kezdeti időszaka tükröződik.

A táblázatokból látható, hogy az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolásra való áttérés egyértelműen a fajlagos villamosenergia-fogyasztást csökkenti, ugyanakkor a kádak átlagfeszültségének csökkenése eredményeként (állandó szériafeszültséget feltételezve) nő a szériába bekapcsolható kádak száma, ami a széria termelési kapacitásának növekedéséhez vezet.

A táblázatokból látható kis mérvű friss fluorsó többletfogyasztás nem az új munkamód törvényszerű következménye, hanem a kísérleti kádcsoporton nagyobb salakmennyiséget adó anódmassza felhasználásának eredménye.

2. táblázat

Az automatikus félfolyamatos adagolású kádcsoport és az összehasonlító kádsorok fajlagos friss fluorsófogyasztásának összehasonlítása

Időszak, n.-év	Friss fluorsó-fogyasztás, kg/t		
	kísérleti kádak	többi kád	különbség
I.	39,1	28,8	+10,3
II.	64,5	54,0	+10,5
III.	40,5	38,5	+ 2,0
IV.	39,8	44,2	— 4,4
V.	51,8	36,3	+ 5,5
VI.	45,6	43,8	+ 1,8
VII.	31,0	37,2	— 6,2
VIII.	53,8	37,6	+16,2
Összesen 2 év	45,8	41,3	+ 4,5

7. A munkatermelékenység növelésének lehetősége

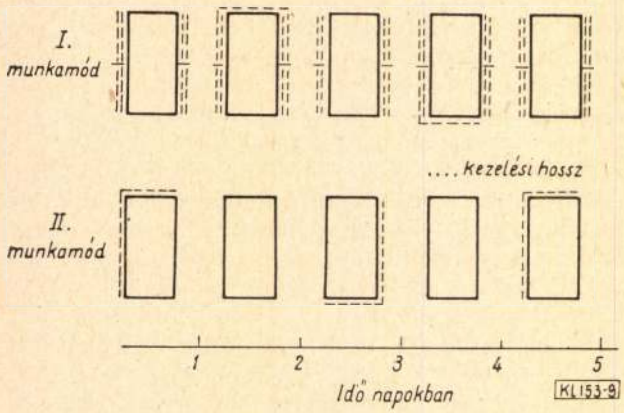
A *9. ábrán* bemutatjuk az elektrolitkéreg betörésének, illetve a kád kezelésének vázlatos folyamatát egy jelenlegi, szakaszos adagolással (széria-kezeléssel) működő munkamód (I.) és az automatikus alumíniumoxid-adagolási munkamód egyik változatában (II.). Soros kezeléskor 3 óránként törik a kád egyik hosszú oldalának felét, esetenként az egyik rövid oldal felét is. Automatikus timföldadagoláskor a kádat csak a 2 naponként végzett csapolás során kezelik, ekkor a kád két hosszú és egy rövid oldalának kezelését vettük

3. táblázat

Az automatikus félfolyamatos adagolású kádcsoport és az összehasonlító kádsorok egyes fajlagos adatainak összehasonlítása

Időszak n.-év	Átl. feszültség, V			Áramhatásfok, %			Fajlagos egyenáramú energia-fogyasztás, kWó/t			
	kísérl. kádak	többi kád	különbség	kísérl. kádak	többi kád	különbség	kísérl. kádak	többi kád	különbség I.	különbség II.
I.	4,75	4,78	—0,03	85,92	85,83	+0,09	16 450	16 590	—140	—180
II.	4,76	4,84	—0,08	83,87	84,76	—0,89	16,890	16,995	—105	—145
III.	4,80	4,84	—0,04	85,80	85,23	+0,57	16,670	16 920	—250	—290
IV.	4,85	4,92	—0,07	85,47	85,52	—0,05	16,890	17,120	—230	—270
V.	4,78	4,84	—0,06	84,59	86,07	—1,48	16,830	16 750	+ 80	+ 40
VI.	4,74	4,80	—0,06	86,26	86,52	—0,26	16,350	16,500	—150	—190
VII.	4,76	4,82	—0,06	84,81	85,73	—0,92	16,440	16,470	— 30	— 70
VIII.	4,70	4,78	—0,08	86,16	85,29	+0,87	16,180	16 550	—370	—410
Átlag 2 év	4,76	4,82	—0,06	85,36	85,62	—0,26	16 595	16 755	—160	—200

Megjegyzés: Az automatikus adagolású kádak feszültsége az adagolóberendezés által elfoglalt helyen kiiktatott 1 db anódtüske elhagyása következtében 40 mV-tal eleve nagyobb. E tüske elmaradása elkerülhető, nem elvi velejárója az automatikus alumíniumoxid adagolásra való áttérésnek.



9. ábra. Elektrolitkéreg betörésének ciklusa
I. Automatikus Al_2O_3-adagolású kád, II. szakaszos Al_2O_3-adagolású kád

figyelembe, úgyhogy a rövid oldalak kezelése mindkét eljárásban megegyező gyakoriságú legyen. Látható, hogy a kéregtörő és alumíniumoxid-adagoló munka a példa szerinti automatikus alumíniumoxid-adagolású eljárásban az ugyancsak példa szerinti szériakezeléshez viszonyítva 20%-ra csökken. Ez a szám akkor sem emelkedik 50% fölé, ha feltételezzük, hogy automatikus adagoláskor az elektrolitkéreg valamivel keményebb, ezért a ritkább kezelések során esetenként többletmunka ráfordítása szükséges.

8. Összefoglalás

1. Az alumíniumelektrolizáló kád egy pontján kis alumíniumoxid-adagok rövid időközönként az üzemvitelhez szükséges mennyiségű adagolásának hatása a kád üzemére kedvező. Több éves, nagy kádszámon végzett kísérletek tapasztalatai szerint elkerülhető, hogy a szénkatódon az adagolás helye alatt alumíniumoxid üledék képződjék. Az adagolt alumíniumoxid az elektrolitban gyorsan oldódik és eloszlik.

2. A szakaszosan kezelt kádakkal szemben az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolású kádak adagolásainak egyenletessége, kis időköze és megegyező mennyisége egyenletes elektrolit-összetételhez vezet, így az elektrolit Al_2O_3-tartalmát $\pm 0{,}5\%$-os eltéréssel a kívánt szintre lehet szabályozni.

3. Az ismertetett óránkénti automatikus alumíniumoxid-adagolás eredményeként kielégítő minőségű anódmassza felhasználásakor a napi kezelések számát kádanként legalább 0,5 re lehet csökkenteni.

4. Az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolással működő kádcsoport átlagfeszültsége és feszültségingadozása a szakaszos kezelésű és adagolású kádakéhoz viszonyítva annál kedvezőbben alakul, minél kisebb a kezelések gyakorisága.

5. Az automatikus félfolyamatos alumíniumoxid-adagolás eredményeként az elektrolizáló kádak fajlagos villamosenergia fogyasztása csökken. A szériában üzemben tartható átlagos kemenceszám és ennek figyelembevételével a széria kapacitása növekszik.

IRODALOM

[1] *Balázs E.:* Kohászati Lapok 94, 1961. 6. 248—253. o,
[2] *Balázs E.—Szentiványi Gy.—Szabó S.:* IZV Cvetnaja Metallurgia 1961. 5. sz. 179—185. o.
[3] *Balázs E.—Szentiványi Gy.—Szabó S.:* Kohászati Lapok 95, 1961. 12. 562—565. o.
[4] *Albert, O.:* Alumínium Ranshofen, Sonderheft 3, 1955. 37. o.
[5] *Fiquet, M.—Armand, M.:* Alluminio 22, 1953. 621—630. o.
[6] *Ádám J.—Klug O.:* Fémipari Kut. Int. Közleményei IV. 1960. 149—154. o.
[7] *Balázs E.—Bjeljajev, A. I.:* Kohászati Lapok 95, 1962. 10. 443—447. o.

Egyetemi hírek

Eketorp, Sven egyetemi tanár, a stockholmi Műszaki Egyetem Vaskohászattani Tanszékének vezetője június 10 — 13 között a Kohómérnöki Kar vendégeként egyetemünkön tartózkodott. Itt-tartózkodása alatt a svédországi korszerű nagyolvasztók munkájáról és a legújabb ércredukciós eljárásokról előadást tartott. Tanulmányozta a Vaskohászattani Tanszék okatató-, illetve kutatómunkáját.

*

A NME Kohómérnöki Karán június 22-én és 23-án megtartott államvizsgák eredményeként
metallurgus kohómérnöki oklevelet kaptak:

Abou Jahjah Jamil, Bartus Mária, Galauner Béla, Grünwalsky Károly, Héjjas Mátyás, Högye András, Károly Gyula, A. Kiss József, Kolos Enikő, Krajcsik József, Lipták Ágnes, Pálóczi Béla, Pápai Géza, Rahaju Putranto, Solt László, Szegedi József, Tardy Pál, Vajai László, Várallyay Béla,

technológus kohómérnöki oklevelet kaptak:

Bornemissza Péter, Csirikusz József, Décsi István, Fábián Zoltán, Hanák János, Kardos Imre, Kántor László, Kis József, Kokas Tibor, Kröell Dulay Béla, Madarász Béla, Márton Attila, Márton Attiláné, Méhes László, Mikus Károly, Solymos Ernő, Szabados György, Szabó Lajos, Szabó László, Tóth Ferenc, Zana Dezső.

*

Az ifjú kohómérnökök június 23-án tartották búcsúestjüket tanáraik körében a Miskolc-Tapolcai Anna Szálló éttermében, majd június 26-án este ballagással fejezték ki a város iránti tiszteletüket és elbúcsúztak Miskolctól. A diplomakiosztó ünnepélyre június 27-én került sor az egyetem aulájában, melyen dr. *Lévárdi Ferenc* nehézipari nimiszter és *Mangoenpránto, Sarino* Indonézia magyarországi nagykövete is részt vett.

*

A NME Kohómérnöki Kara a KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézettel karöltve június 25 — 28 között „Hőenergetikai kérdések a kohászatban" címmel tudományos ülésszakot tartott, melyen a Kohászati Lapok f. év 5. számában közzétett meghívóban feltüntetett 11 előadás és számos hozzászólás hangzott el.

F. O.

Reverzáló hengersorok villamos- és hengerléstechnikai jellemzőinek hatása a hengerlés teljesítményére

DR. SZEGHEGYI ÁRPÁD kohómérnök

DK 621.944.3 : 621.313.13.004.15

Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználásának feltételei

A népgazdaság egyre növekvő hengereltáru igénye megköveteli a régi hengerművek korszerűsítésén és új hengerművek létesítésén kívül a meglevő berendezések minél jobb kihasználását. Egy hengersor kihasználása akkor tekinthető optimálisnak, ha az alábbi feltételek biztosítottak :

Az üzemzavarokból, anyaghiányból és egyéb külső okokból adódó kieső idők kicsik, tehát a hengersor üzemidőkihasználása minél jobban megközelíti a 100%-ot. Az üzemidőkihasználás elsősorban a termelés jobb megszervezése és a karbantartási munka javítása révén növelhető.

A hengersort kiszolgáló összes segédüzem (kemencék, kikészítő stb.) teljesítőképessége összhangban van a hengersor teljesítőképességével. Ez az alapfeltétel a hengersor helyes megtervezése révén biztosítható.

A hengerlési időn belül nagy a szúrásidők részesedése, tehát a szúrásközidők, manipulációs és következési idők kicsik. A hengerlés időkihasználása a hengersor típusa, a hengerlés módszere és a hengersor segédberendezéseinek (görgősorok, terelőlécek stb.) műszaki adatai által megszabott határig növelhető.

A szúrástervek biztosítják a folyamatos és biztonságos üzemet és egyúttal adott kiinduló és kész mérethez a lehető legrövidebb hengerlési időt.

A hengersor hajtásának jellemző adatai összhangban vannak a hengerlés jellemző adataival, azaz névleges adatait megközelítő mértékben a hajtás is ki van használva.

A felsorolt szempontok közül a három utóbbi egymással összefügg. Az alábbiakban ezeket az összefüggéseket elemezzük a hengersor legnagyobb teljesítőképességének meghatározása céljából.

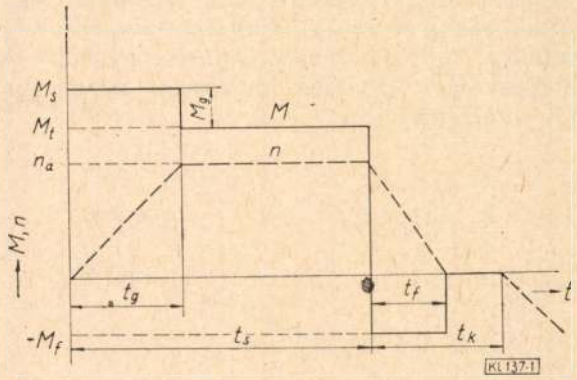
Reverzáló hengerlés alapösszefüggései

Reverzáló hengerléskor a szúrásidő két részből tevődik össze : a hengerelt darab, a hengerek és egyéb mozgó részek felgyorsításának időszükségletéből, továbbá a darab hossza és a hengerlési sebesség által meghatározott időből. A továbbiakban feltételezzük, hogy a befogás álló állapotban, a hengerlés alapfordulatszámon folyik és a fékezés akkor kezdődik meg, amikor a darab elhagyta a hengereket. Ebben az esetben a fordulatszám és a nyomaték, illetve a nyomatékkal arányos terhelő áram az *1. ábrán* látható módon változik.

Az ábrán és a továbbiakban az alábbi jelöléseket használtuk :

M_t a külső eredetű nyomaték (alakítás + csapsurlódás) tm

M_g a gyorsító nyomaték $\dfrac{GD^2}{375}\cdot\dfrac{n_a}{t_g}$, (1)



1. ábra. Fordulatszám és nyomaték változása szúrás közben

ahol GD^2 a forgó tömegek lendítőnyomatéka,
n_a az alapfordulatszám, s^{-1},
t_g a gyorsulási idő, s

$$M_f \text{ a fékező nyomaték} = \frac{GD^2}{375}\cdot\frac{n_a}{t_f}, \qquad (2)$$

ahol t_f a fékezési idő, s
t_s a szúrásidő, s
t_k a szúrási közidő, s
L_s a hengerelt darab hossza, m
d a hengerek átmérője, m

A gyorsítás közben fellépő $M_t + M_g$ maximális nyomatékot és a vele arányos terhelőáramot adott hengersorban egyrészt az alakítás külső feltételei (nyomás, hőfok stb.), másrészt a gyorsulás szabják meg. A motor védelmét túlterhelés ellen korszerű hengersorokon az biztosítja, hogy egy adott I_s terhelőáram elérésekor a szabályozó rendszer a motor kapocsfeszültségét csökkenti, illetve a gerjesztését növeli [1], [2]. Ezáltal természetesen megnövekszik a gyorsulás- és a szúrásidő. A szabályozó rendszer különböző gyorsított gerjesztést létrehozó kapcsolások révén biztosítja azt is, hogy gyorsuláskor az M_t terhelő nyomaték nagyságától függetlenül a motort I_s áram, illetve az ennek megfelelő M_s nyomaték terhelje. Így biztosítható adott M_t terhelő nyomatékhoz a lehető legrövidebb gyorsulás- és szúrásidő.

A gyorsító nyomaték : $M_g = M_s - M_t$ (3)

Fentiekből következik, hogy a hengerlést csak akkor lehet végrehajtani, ha a terhelő nyomaték a szabályozó nyomatéknál kisebb :

$$M_t = \mu M_s\,;\ \mu < 1 \qquad (4)$$

Az 1. ábra szerinti mozgásviszonyok között μ tényező ismeretében a szúrásidő [3] :

$$t_s = \frac{19{,}1}{dn_a}L + \frac{GD^2}{750}\frac{n_a}{M_s}\frac{1}{1-\mu} \qquad (5)$$

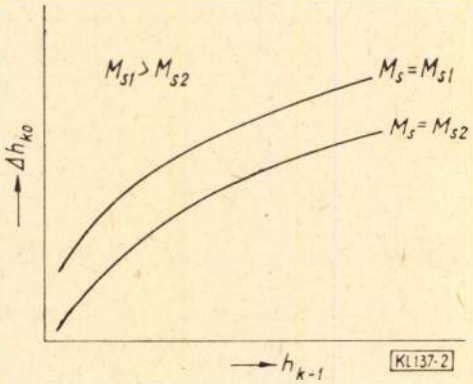
A szabályozási rendszernek fékezés közben elvileg biztosítania kellene az $M_s = M_f$ fékező nyomatéknak megfelelő negatív gyorsulást.

Gyakorlatilag a fékező nyomaték ennél kisebb, mivel a rövid fékező idő miatt a fékező áram nem éri el maximális értékét.

Ezért :

$$M_f = \mu_f - M_s\,; \quad \mu_f < 1 \tag{6}$$

Egy másik tanulmányban kimutattuk, hogy az időkihasználás legkedvezőbb viszonyait akkor kapjuk, ha $\mu \approx 0{,}8$ [3]. Ebből az alapfeltételből kiindulva, meg lehet határozni az optimális termelékenységet biztosító fogyásokat és az optimális szúrástervet [4].



2. ábra. Optimális fogyások változása a bemenő vastagság függvényében

Ha az M_s szabályozó nyomatékot növeljük, a (4) egyenlet szerint növekszik a megengedhető M_t terhelőáram, illetve adott minőségű és szélességű anyag hengerlésekor az optimális Δh_{k0} fogyás is. A *2. ábra* a Δh_{k0} fogyást a h_{k-1} bemenő vastagság függvényében ábrázolja. Az M_s szabályozó nyomatékot úgy kell megválasztani, illetve a hozzátartozó szabályozó áramot úgy kell beállítani, hogy a motor kihasználását a melegedés ellen is biztosítsa.

Hengersorvonó motor kihasználásának meghatározása

Szakaszos üzemű villamos motorok melegedésre úgy viselkednek, mintha változó terhelőáramuk négyzetes középértékével volnának folyamatosan terhelve. A motor kihasználása akkor optimális, ha a felvett áramok, illetve nyomatékok négyzetes középértéke, azaz az M_{eff} effektív nyomaték megközelíti a motor névleges nyomatékát :

$$M_n = M_{eff} = \sqrt{\frac{\int \cdot M^2 \cdot \mathrm{d}t}{\Sigma t}} \tag{7}$$

(7) összefüggést az 1. ábrából látható mozgásviszonyokra alkalmazva egy szúrás effektív nyomatéka a következőképpen írható fel :

$$M_{eff} = \sqrt{\frac{M_s^2 t_g + M_i^2 (t_s - t_g) + M_f^2 t_f}{t_s + t_k}} \tag{8}$$

Ha a szúrástervet optimális fogyások elvének az alapján (4)-ben közölt módszerrel állították össze, akkor a szúrásonkénti terhelő nyomatékok, illetve μ tényezők közel azonosnak vehetők. Ebben az esetben (4) — (8) egyenletekből meghatározható a motor maximális és effektív nyomatékának a viszonya :

$$\frac{M_s}{M_{eff}} = \sqrt{\frac{\Sigma t_s + \Sigma t_k}{\mu^2 \cdot \frac{19{,}1}{d n_a} \cdot L_s + S \frac{GD^2}{750} \frac{n_a}{M_s} \left(1 + \mu + \frac{1}{1-\mu} + 2\mu_f\right)}}$$

ahol a szúrások összideje az (5) egyenlethez hasonlóan :

$$\Sigma t_s = \frac{19{,}1}{d n_a} \Sigma L_s + S \frac{GD^2}{750} \frac{n_a}{M_s} \frac{1}{1-\mu} \tag{10}$$

Σt_k a mellékidők, azaz a szúrásközidők és következési idők összege, S a szúrások száma. ΣL_s a szúrásonkénti darabhosszak összege egy darab kihengerlésekor, ami jó közelítéssel az alábbi összefüggésből számítható ki :

$$\frac{\Sigma L_s}{L_0} = \sqrt[s]{\lambda_{\ddot{o}} \frac{\lambda_{\ddot{o}} - 1}{\sqrt{\lambda_0 - 1}}} \tag{11}$$

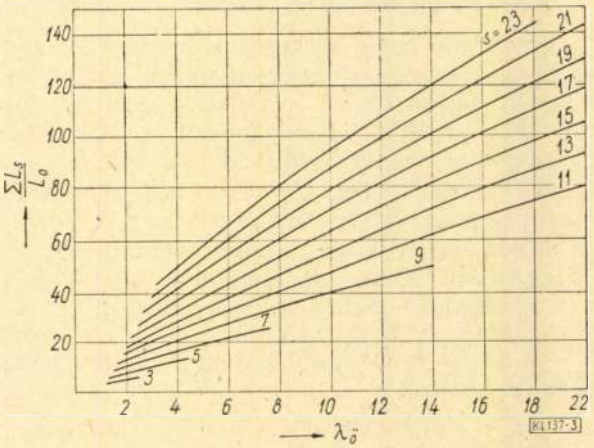
ahol $\lambda_{\ddot{o}}$ a teljes meghosszabbodás, $= \dfrac{L_s}{L_0} \dfrac{b_0}{b_s}$ (12)

L_0 a darab kiinduló, L_s kész hossza, b_0 a kiinduló,

b_s a kész szélessége.

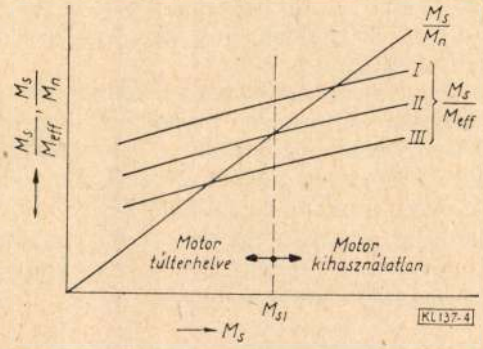
A (11) egyenletet diagramban mutatja be a *3. ábra*. A hengerelt darab kiinduló és kész méreteinek, valamint a szúrásszámnak az ismeretében a darabonkénti összes hengerelt hossz a diagramból kiolvasható és az eredményt a (10) egyenletbe helyettesítve, a darabonkénti összes szúrásidő kiszámítható.

A hengersor adatainak, valamint a szúrástervnek az ismeretében a mellékidők összegét



3. ábra. Hengerelt hossz, a teljes meghosszabbodás és szúrásszám függvényében
s = a szúrások száma

tapasztalati alapon felvéve a (9) egyenlet diagramban is ábrázolható M_s függvényében. Ugyanebbe a diagramba berajzolva az M_s/M_n egyenest, a két görbe metszéspontjának a helyzete ad tájékoztatást a hengersorvonó motor kihasználásáról *(4. ábra)*.



4. ábra. Hengersorvonó motor kihasználása

A 4. ábra diagramjába bejelölhető a terhelésszabályozó által meghatározott M_{s1} nyomaték. Ha az M_s/M_{eff} és M_s/M_n görbék metszéspontja M_{s1} abszcisszaértéke fölé esik, akkor a motor kihasználása melegedés szempontjából optimális (II. görbe). Ha a metszéspont M_{s1} ordinátájától jobbra esik, akkor a motor nincs kihasználva (I. görbe), míg ha balra, akkor túl van terhelve (III. görbe).

Reverzáló hengersor legnagyobb teljesítőképességének meghatározása

Az M_s/M_{eff} görbéket különböző szúrástervekre megszerkesztve más és más metszéspontok adódhatnak. A metszéspontok többségének a helyzetéből lehet megítélni, hogy a motor nincs-e melegedés szempontjából túlterhelve, illetve kihasználása megfelelő-e. Mindkét esetben célszerű a metszéspontot különböző tényezők megváltoztatása révén a legkedvezőbb kihasználásnak megfelelő helyzetbe hozni. Ez az alábbi módokon érhető el:

A motor hűtési viszonyainak a javítása révén növelhető a névleges teljesítmény, illetve nyomaték, ekkor a 4. ábrán csökken az M_s/M_n görbe iránytangense.

A szúrásonkénti fogyások, azaz a terhelőnyomaték megváltoztatásakor a (9) egyenletben μ tényező változik és ennek megfelelően M_s/M_{eff} görbe eltolódik. μ változtatásának határt szab az a szabály, hogy a legnagyobb termelékenység érdekében célszerű 0,8-hoz közel tartani [3].

Ha egyéb szempontok (a hengerelt darab befogási viszonyai, mechanikai igénybevétel, alakíthatóság stb.) megengedhetővé teszik a fogyások növelését, illetve szükségessé csökkentésüket, a biztonságos üzem érdekében célszerű az M_{s1} szabályozó nyomatékot úgy beállítani, hogy $\mu = M_t/M_s$ körülbelül állandó maradjon. M_{s1} változásakor mind az M_s/M_{eff} görbe, mind az M_{s1} ordináta helyzete megváltozik.

A mellékidők csökkenése az M_s/M_{eff} görbe helyzetét változtatja meg.

Adott szélesség és vastagsági méreteken a darabsúly, azaz a hossz növelése szintén az M_s/M_{eff} görbe helyzetét változtatja meg. A (9) egyenletben ΣL_s összes darabhossz és Σt_s összes szúrásidő egyaránt változik.

A fogyások, vagyis adott kiinduló és kész méreten a szúrásszám, azaz az összes szúrásidő és a mellékidők megváltozása hat a hengersor teljesítőképességére. Egy darab hengerlési ideje a szúrásidők és mellékidők összegéből adódik:

$$t_h = \Sigma t_s + \Sigma t_k \qquad s \qquad (13)$$

A hengersor óránkénti teljesítménye hengerlési időre vonatkoztatva:

$$Q = \frac{3600}{t_h} \cdot G \qquad \text{t/h} \qquad (14)$$

ahol G a hengerelt darab súlya.

Példa a hengersor legnagyobb teljesítőképességének meghatározására

Melegedés szempontjából ellenőrizendő egy reverzáló lemezbuga-hengersor hajtómotorja! A hajtás adatai a következők:

A motor névleges nyomatéka ... $M_n = 90$ tm
$n_a = 50$ ford/perc ..... $M_{s1} = 204$ tm

A motortengelyre redukált lendítőnyomatékok összege

$GD^2 = 310$ tm^2

A hengerek átmérője .... $d = 1000$ mm
Az áttétel ..... $i = 1$

A hengersor adatait a (9) képletbe helyettesítve és feltételezve, hogy az optimális szúrástervnek megfelelően mindegyik szúráskor $\mu = 0{,}8$ és $\mu_f = 0{,}5$:

$$\frac{M_s}{M_{eff}} = \sqrt{\frac{0{,}382\Sigma L_s + 103{,}2\frac{S}{Ms} + \Sigma t_k}{0{,}244\Sigma L_s + 161\frac{S}{M_s}}} \qquad (15)$$

A hengerelt darab adatai:

tuskó vastagsága	h_0	495 mm,
tuskó szélessége	b_0	1100 mm,
tuskó hossza	L_0	1400 mm,
tuskó súlya	G	6000 kg,
buga vastagsága	h_s	130 mm,
buga szélessége.....	b_s	1050 mm,
buga hossza	L_s	5550 mm,

a teljes meghosszabbodás $\lambda_{\ddot{o}} = 4{,}0$

Az optimális fogyások elve alapján meghatározva a szúrástervet az adódik, hogy a hengerlés $S = 13$ szúrással végezhető el. A reverzálás időszükséglete 4,0 s, a háromszori torló szúrással kombinált reverzálásé (a torló szúrásokat a hengerállványtól 7090 mm távolságban levő függőleges tengelyű hengerállvány végzi) 12,0 s, a következési idő 15 s, a szúrásközök összideje:

$$\Sigma t_k = 87 \text{ s}$$

A hengerelt hossz egy darab hengerlésekor a 3. ábra alapján:

$$\Sigma L_s = 41{,}6 \text{ m}$$

A szúrások összideje a (10) egyenlet alapján:

$$\Sigma t_s = 22{,}5 \text{ s}$$

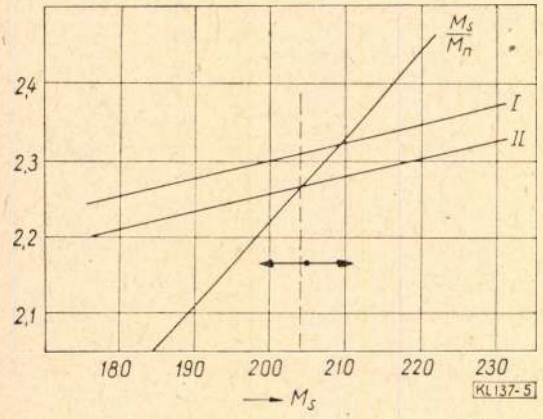
Egy darab hengerlési ideje a (13) egyenlet szerint:

$$t_h = 109{,}5 \text{ s}$$

A hengerlési időre vonatkoztatott teljesítmény a (14) egyenlet szerint:

$$Q = 197 \; t/h$$

A megfelelő adatokat a (15) egyenletbe helyettesítve, a kapott összefüggést az *5. ábra* I. görbéje ábrázolja. A görbe az M_s/M_n egyenest $M_s = 210$ tm-nél metszi, ami azt jelenti, hogy a motor ebben a szúrástervben nincs túlterhelve, de kihasználása sem teljes.



5. ábra. Hengersorvonó motor kihasználása

A teljesítőképesség növelhető például a mellékidők csökkentése révén. A fentiekhez hasonlóan kimutatható, hogy a mellékidőket egyenként 4 s-cel csökkentve a teljesítmény $Q = 205$ t/h lesz, azaz 4%-kal növekszik. Az erre vonatkozó II. görbe helyzete (5. ábra) arra mutat, hogy a teljesítmény ezen a módon tovább nem növelhető.

A darabsúly növelése általában előnyös a hengersor teljesítőképessége szempontjából. — A tuskó súlyát például 6420 kg-ra növelve, az előbbi számításhoz hasonlóan az adódik, hogy a teljesítmény 212 t/h. A tuskósúly 7%-os növelése tehát a maximális teljesítőképességet 3%-kal növelte. Mivel a tuskósúlynak egyéb szempontok is határt szabnak, ezen a módon a maximális teljesítmény csak korlátozott mértékben növelhető.

Fenti számításokból következik, hogy a beállított $M_{s1} = 204$ tm szabályozási nyomaték kielégíti az optimális kihasználásra vonatkozó követelményeket. Növelése nem célszerű, mivel a nagyobb terhelő nyomatékokból, illetve fogyásokból adódó szúrásszám-csökkenés ellenére nem növekedne a hengersor teljesítménye. A rövidebb hengerlési időt ui. a motor túlmelegedésének megakadályozása érdekében hosszabb mellékidőkkel kellene ellensúlyozni.

Az ismertetett módszerrel a hengersor maximális teljesítőképessége különböző méretű és minőségű anyagok hengerlésekor meghatározható. A hengersor tényleges teljesítőképességének a meghatározásakor azonban figyelembe kell venni, hogy a kapott adat csak a hengerlési időre vonatkozik, tehát nem veszi figyelembe az üzemzavarok, hengercserék stb. kieső idejét.

Összefoglalás

A tanulmány ismerteti a reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználásának a feltételeit, majd a hengerlés alapösszefüggéseivel és a motornyomaték négyzetes középértékének a meghatározásával foglalkozik. A kapott eredmények alapján egy grafikus számítási módszert ismertet, amellyel adott szúrástervre meghatározhatók:

a motorkihasználás mértéke és a megfelelő hengerlési teljesítmény,

a legkedvezőbb motorkihasználásnak megfelelő legnagyobb hengerlési teljesítmény,

az egyes hengerlési jellemzők hatása a motorkihasználásra éa a hengerlési teljesítményre,

a hengerlési jellemzők — legnagyobb hengerlési teljesítményt biztosító — legkedvezőbb értékei.

IRODALOM

[1] *Cseljusztkin, V. B.—Rozenman, F. A.:* A hengerművek önműködő vezérlése és szabályozása. Akadémiai Kiadó 1954.

[2] *Babós K.:* A Dunai Vasmű meleghengermű előnyújtó villamos hajtásainak rövid ismertetése. Dunai Vasmű üzemi lapja 1960. 2. sz.

[3] *Szeghegyi Á.:* Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása. Kohászati Lapok 1961. 8. sz.

[4] *Szeghegyi Á.:* Reverzáló hengersorok optimális szúrástervének meghatározása. Kohászati Lapok 1961. 10. sz.

KIRÁLY JÓZSEF

főművezető

Székesfehérvári Könnyűfémmű dolgozója, egyesületünk tagja, folyó év augusztus 21-én életének 49. évében elhunyt.

Aluminátlúg folyamatos kikeverésének vizsgálata radioaktív izotóppal*

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ, MISKEI MIHÁLY és ORMOS GYÖRGY
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 669.712.1:621.039

Bevezetés

A folyamatos kikeverés előnyeit a szakaszos kikeveréssel szemben *Nagy* és *Frank* munkáiban találhatjuk meg [1], [2]. *Nagy* és *Marosi* jelentésükben hasonló következtetésre jutottak [3]. E munkák azonban nem érintik az optimális működéshez, vagy a berendezés tervezéséhez elengedhetetlenül szükséges anyagáramlás jellemzőinek ismertetését.

Jelen közlemény mechanikus keveréssel működő folyamatos kikeverősor radioizotópos vizsgálatát írja le. A szilárd fázis áthaladásának nyomon követését több tartályon keresztül sikeresen megoldottuk. Ezt és a mérési eredmények értékeléséből levonható következtetéseket ismertetjük a továbbiakban.

A kikeverősor leírása

A folyamatos kikeverősor 12 egyenként 462 m³ névleges térfogatú hengeres tartályból áll. A helyi adottságok következtében a sor 6—6 tartályra ketté van osztva. Az első hat tartályban egytengelyes keverők vannak. A keverőtengely percenként 5 fordulatot végez, az alsó keverőkarokra láncok vannak felfüggesztve. A következő hat tartályban kéttengelyes keverőszerkezet van, mindegyik tengelyen három pár fésűs keverőkarral és alul láncos keverővel. A keverőtengelyek fordulatszáma percenként 9,6. A zagy betáplálását és a soron való végighaladását az *1. ábrán* láthatjuk. A beoltott zagy a 2,5 m³-es betápláló edénybe jut, ahonnan szivattyú nyomja az első tartály alsó részébe. A zagy átemelését a következő tartályba propeller-szivattyúkkal úgy oldották meg, hogy az elvételt a tartály tetején végzik és a szivattyú a következő tartály aljára táplál. A méreteket az 1. ábra elrendezési rajza mutatja. A soron áthaladt zagy mennyiségét bukógátas mennyiségmérővel ellenőrzik.

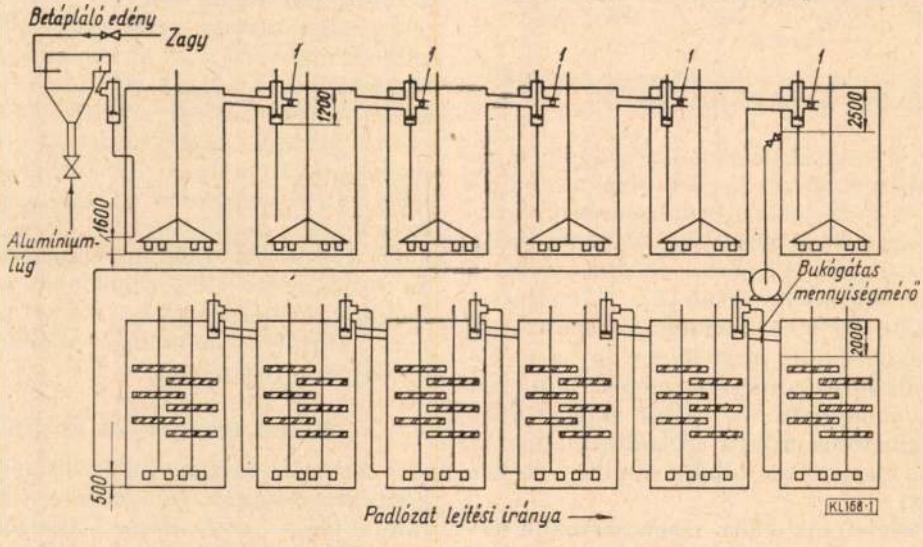
Az egyes tartályok között 10—10 cm szintkülönbség van a lejtés irányának megfelelően. Az egyes tartályokban a zagyszintet a szelepek kézi állításával szabályozzák.

A nyomjelzés lehetőségének vizsgálata

Két vagy több fázisból álló rendszer nyomjelzéses vizsgálata közben arra kell törekedni, hogy az izotópnak csak elenyésző része jusson a jelezni nem kívánt fázisokba. Korábbi vizsgálatainkban megállapítottuk, hogy a folyamatos kikeverés során a folyadékfázis nyomjelzése az előbb említett követelménynek eleget téve az oltóhidrát adszorptív tulajdonságai miatt nehézségekbe ütközik [4]. Ezért eltekintettünk a folyadékfázis nyomjelzésétől és a szilárd fázis nyomjelzésére dolgoztunk ki eljárást. Ehhez az adta az alapot, hogy aktív cinkkel jelzett aluminátlúg semlegesítésekor a kiváló alumíniumhidroxid csapadékba vitte a cinket is és a szűrlet inaktív volt. Az így előállított csapadék a szilárd fázis nyomjelzésére abban az esetben lehet alkalmas, ha a kikeverés folyamán visszaoldódás nem megy végbe.

Ennek eldöntésére 10 g cinket savban feloldottunk és az oldatot átlúgosítottuk. Jeleztük 9,5 mC aktív Zn-65-el, majd 700 ml üzemi aluminátlúg hozzáadása után semlegesítettük. A leszűrt csapadékot oltóhidráttal keverve kikeveréshez használtuk. Figyeltük a folyadékfázisban az aktív cink megjelenését. Azt tapasztaltuk, hogy a kikeverés kezdetétől számított 1, 19, 37 óra elteltével a lúgfázisban a csapadék cinktartalmának

* A kísérleteket az Almásfüzitői Timföldgyárban végezték



1. ábra. Folyamatos kikeverősor kapcsolási rajza

1 = pillangó szelepek (kísérletünk alatt zárva)

1,1, 0,8, 0,3%-a van jelen, gyakorlatilag tehát a cink visszaoldódásától eltekinthetünk. Ennek alapján az indikátort a szilárd fázis jelzéséhez a következőképpen készítettük.

A fémcinket savban oldottuk, majd átlúgosítottuk. Ezután annyi aluminátlúgot adtunk hozzá, hogy az oldatban a cink-alumínium arány kb. 1 : 10 legyen. Keverés közben tömény kénsav hozzácsepegtetésével az oldat pH-ját semlegesre állítottuk.

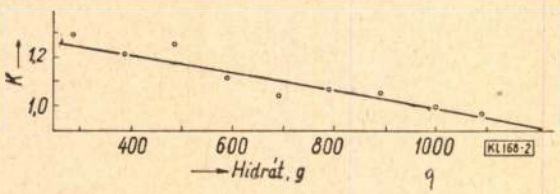
Az előkísérlethez 2,8 g cinket használtunk, melynek aktivitása 100 mC volt. A főkísérlethez 11,1 g fémcinket oldottunk fel, ennek az aktivitása pedig 308 mC volt.

Az indikátor betáplálása

Az előbbiekben leírt módon elkészített indikátort ólomtartóba helyezett 3 literes, csavaros fedelű üvegben szállítottuk a helyszínre. Az üveg tetejéhez csavarmenettel hosszú rúd csatlakozott, melynek segítségével az üveget az 1. ábrán látható betápláló edénybe juttattuk és összetörtük. Az indikátornak a folyamatos sor első tartályába jutását a beömlő csővezetékre szerelt sugárzásmérő műszerrel mértük, s eszerint az indikátor 2 perc alatt a rendszerbe jutott.

Az indikátor koncentrációjának mérése a mintákban

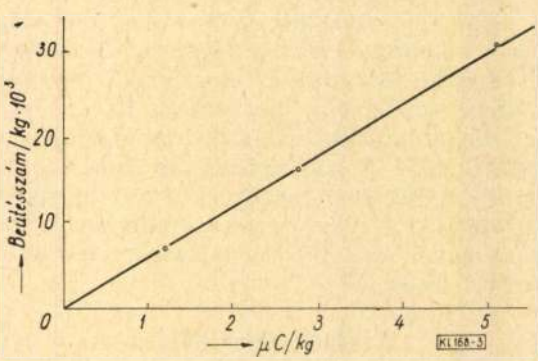
Az indikátorkoncentrációt mintavétel segítségével határoztuk meg. Az egyes tartályok után 1,5 liter térfogatú zagymintát vettünk. A zagyot leszűrtük, a hidrátot 15 cm átmérőjű vasedénybe döngöltük, majd súlyát megmértük. Aktivitását ólomtoronyban szcintillációs detektorral 5 percig mértük. Mérési eredményeinket minden esetben 1 kg hidrátmennyiségre vonatkoztattuk. Az így kapott eredményt a *2. ábrán* látható empirikusan meghatározott faktorral korrigáltuk.



2. ábra. Korrelációs tényező az aktivitás meghatározásához különböző hidrátmennyiségekkel

Minthogy a minták mérése 7—8 napig is eltartott, napjában többször is ellenőriznünk kellett a mérőműszert. Ezt gyakori háttérméréssel, valamint 1,1 μC aktivitású hitelesítő Zn-65 preparátummal végeztük el. A mérési eredményekre a khi négyzet próbát alkalmaztuk [5]. Háttérmérések során $99{,}0 < P < 99{,}5$ etalonhoz képest a P valamivel nagyobb volt, mint 99,9 ; így a mérőberendezés működése a hosszú mérési idő alatt egyenletesnek mondható. A háttér értékét (636 cpm) a háttérmérések átlaga szolgáltatta, így az egyes mérések statisztikus hibája minden esetben 4% alatt volt.

Üzemi kísérleteink előtt meghatároztuk detektálási módszerünk érzékenységét. 40 g inaktív hidrátra 5,55 μC aktivitású Zn-65 oldatot csepegtettünk, kiszárítás után gondos elkeveréssel homogenizáltuk és az így nyert hidrátból különböző mennyiségeket 900 g inaktív hidráttal elkevertünk, majd az aktivitását szcintillációs számlálóval mértük. Megvizsgáltuk adott indikátorkoncentráción a nedvesség hatását a számlálás sebességére. Azt tapasztaltuk, hogy 15% nedvességtartalommal a szemcsék duzzadásából származó geometriaváltozás folytán 5%-kal növekszik a számlálási sebesség. Mérési eredményeinket ennek figyelembevételével is korrigáltuk *(3. ábra)*. A kapott hitelesítési egyenes alapján kiszámítható a detektálás érzékenysége. Az ábrából leolvasható, hogy ha 600 cpm háttér felett mért 600 cpm értéket veszünk alsó határnak, ez 0,1 μC/kg-nak felel meg. Mérőberendezésünkkel tehát 10^{-4} μC/g Zn-65 izotópkoncentrációt — azaz az ivóvízben megengedett maximális indikátorkoncentráció tizedrészét — 5 perces mérési időtartammal jobb mint 2%-os szórással tudtunk meghatározni.



3. ábra. A minta indikátorkoncentrációjának és a mért beütésszámnak összefüggése

Üzemi kísérletek

Két kísérletet végeztünk. Az előkísérlet célja az volt, hogy megállapítsuk a sugárvédelmi követelményeknek megfelelő maximálisan felhasználható izotópmennyiséget, illetve azt, hogy a rendelkezésünkre álló izotópmennyiség segítségével hány tartály nyomjelzése oldható meg. Az előkísérletek 110 órás időtartama alatt az első öt tartályból 180 mintát vettünk kétórás időközönként. A főkísérletben az első 11 tartályból 427 mintát vettünk, az előkísérlet tapasztalatai alapján megállapított változó időközönként. A kísérlet folyamán rendszeresen mértük a zagy betáplálási sebességét, a molviszony és hőmérséklet tartályonkénti változását, valamint meghatároztuk a kísérlet megkezdése előtt és befejezése után a tartályokban levő hidrátmennyiséget. A kísérlet folyamán a tartálysor betáplálás és elvétel szempontjából egyensúlyban volt.

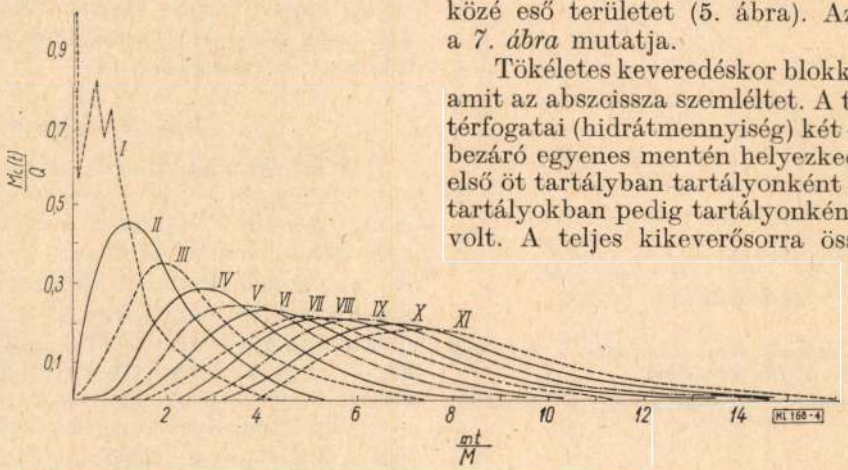
Mérési eredmények és értékelésük

Az egyes tartályokból vett minták indikátorkoncentrációjának változását — röviden *C* diagramját [6] — a *4. ábrán* láthatjuk. Az *5. ábra* ugyanezen görbék integrált változatait — röviden *F* diagramját — mutatja. Az ábrák vízszintes

tengelyein az elméleti átlagos áthaladási időegységeket tüntettük fel (13 óra).

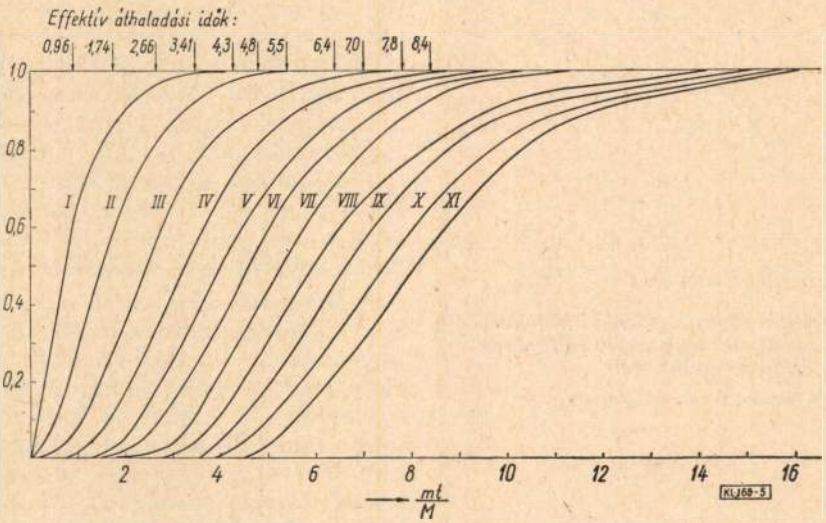
Ismeretes az F-diagram ama tulajdonsága, hogy az $F(t) = 1$ egyenes és az $F(t)$ görbe közötti terület egységnyi [6]. Könnyen belátható, hogy amelyben a keveredés nem tökéletes. Ezeket az értékeket ugyancsak a kísérletileg nyert $F_i(t)$ görbék segítségével állapítjuk meg, mégpedig úgy, hogy meghatározzuk a τ_{ieff} és τ_{ielm} — azaz az effektív és az elméleti átlagos áthaladási idők — közé eső területet (5. ábra). Az eredményeinket a *7. ábra* mutatja.

Tökéletes keveredéskor blokkolt térfogat nincs, amit az abszcissza szemléltet. A tartályok blokkolt térfogatai (hidrátmennyiség) két egymással szöget bezáró egyenes mentén helyezkednek el. Így ez az első öt tartályban tartályonként 28 tonna, a 6—11 tartályokban pedig tartályonként 68 tonna hidrát volt. A teljes kikeverősorra összesen 616 tonna



4. ábra. A minták indikátorkoncentrációjának változása a kikeverősor egyes tartályai után. A vízszintes tengely az elméleti átlagos áthaladási időegységeket mutatja

m az időegységenként betáplált hidrátmennyiség, M az egy tartályban levő hidrátmennyiség. A függőleges tengely az izotópkoncentráció mérőszáma, c(t) az indikátorkoncentráció időbeli változása mC/kg-ban, Q a betáplált indikátormennyiség m C-ben

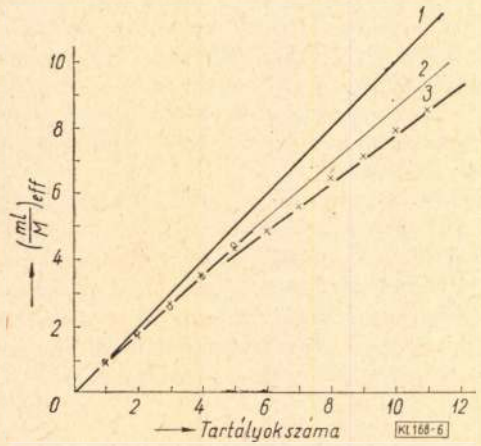


5. ábra. Az indikátorkoncentráció integrális eloszlása az egyes tartályok után

az átlagos effektív tartózkodási idő legpontosabban úgy állapítható meg, ha kikeressük az F-diagram vízszintes tengelyén azt az időt, amelyig az $F_i(t)$ görbék alatti terület egyenlő ettől a ponttól kezdődően az $F_i(t)$ görbe és az $F(t) = 1$ egyenes közötti területtel. Az ily módon nyert eredményeket a *6. ábrán* tüntettük fel. Ebben az *1.* egyenes tökéletes keveredéskor az elméletileg várható átlagos áthaladási időket mutatja, ami tartályonként 13 óra. A kísérletileg nyert effektív átlagos áthaladási idők az 5. tartályban törést mutatnak, két egyenesre esnek. Így az első öt tartályban az effektív átlagos áthaladási idő tartályonként 11,2 óra ; a 6—11 tartályban 9,7 óra.

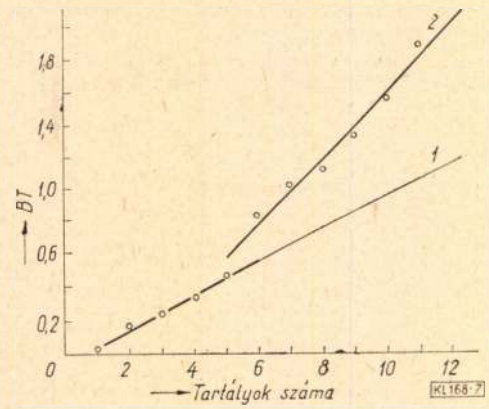
Az átlagos effektív áthaladási idők ismeretében könnyű meghatározni az egyes tartályok térfogatának (vagy a tartályban levő hidrát mennyiségének) ama hányadát (blokkolt térfogatát), hidrát, azaz két tartálynak megfelelő hidrátmennyiség jutott. Ezeket az értékeket át lehet számítani tartálytérfogatra (m^3). A tartályok különböző mélységeiből vett mintegy 108 minta átlagos szilárdanyag-tartalma 680 g/l. Ennek alapján 616 tonna hidrátnak 890 m^3 felel meg, azaz közel két tartálytérfogat, ami jelenleg a tökéletes keveredés szempontjából kihasználatlan.

Folyamatosan működő berendezések hatásfokának értékeléséhez igen hasznos mutató az anyagvisszatartás. Ez azt az anyagmennyiséget mutatja, melyet adott körülmények között valamely elméleti áthaladási idő eltelte után a tartály még magában tart. A mennyiséget könnyen meghatározhatjuk az F-diagramból, ha meghatározzuk az $F_i(t)$ görbe alatti területet $\tau_i = i$ értékig. A *8. ábrán* láthatók az anyagvisszatartások. Ebben az *1.* görbe az anyagvisszatartást mutatja



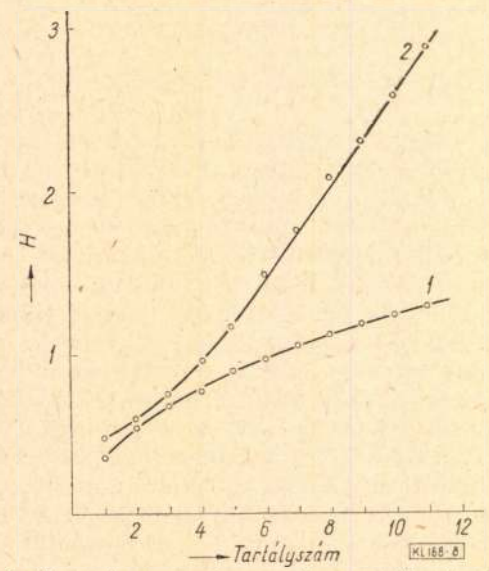
6. ábra. Az effektív átlagos áthaladási idők a tartályok számának függvényében

1 = elméleti, 2 = 1—5 tartály, 3 = 6—11 tartály, x = főkísérlet, 0 = előkísérlet



7. ábra. A tökéletes keveredés szempontjából ki nem használt blokkolt térfogatok a tartályok számának függvényében, tartálytérfogat-egységekben

1 = 1—6 tartály, 2 = 6—11 tartály



8. ábra. Az anyagvisszatartás a tartályszámok függvényében, tartálytérfogat-egységekben kifejezve

1 = tökéletes keveredés, 2 = kísérlet

tökéletes keveredéskor, a 2. görbe pedig a kísérleti eredményeket. Látható, hogy ha a keveredés mind a tizenkét tartályban tökéletes, akkor tizenkét elméleti átlagos áthaladási idő után (156 óra) a tartálysorban 1,3 tartálytérfogatnyi anyag marad vissza. Adott esetben a visszatartás 3,2, azaz közel két tartálytérfogattal több, mint tökéletes keveredéskor.

Következtetések

A mérési adatokból az alábbi következtetéseket vonhatjuk le. Az anyag keveredése a sorban nem tökéletes. Az anyag a 6—11 tartályokban gyorsabban halad, mint az 1—5 tartályokban. Az anyagvisszatartás, valamint a blokkolt térfogatok értékei ennek megfelelően a 6—11 tartályokban nagyobbak. Ezekből egyértelműen következik, hogy kéttengelyes keverőkben a keveredés rosszabb, mint egytengelyes keverők használatakor ; a kéttengelyes keverőkkel ellátott tartályokban a szilárdanyag-lerakódás nagyobb, mint egytengelyes keverőkben./

A folyamatos kikeverés szempontjából a dugattyúszerű áramlás megvalósítása lenne ideális, mert ekkor az anyagvisszatartás nulla lenne [6]. Tartálysorban minimális anyagvisszatartás csak tökéletes keveredéssel érhető el, minden ettől eltérő esetben ennél csak nagyobb lehet. Az elérhető legkisebb visszatartás azért is indokolt, mert a tartálytérfogatok igen nagyok, így az átlagos tartózkodási idő is nagy a kikeverés teljes időszükségletéhez képest. Minimális molviszonykülönbség az érkező és a tartályban levő anyag között csak jobb keveréssel biztosítható. Célszerű tehát egytengelyes keverőket használni.

Méréseink alapján az is kiszámítható, hogy a keverés intenzitásának műszakilag megvalósítható növelésével a jelenlegi tizenkét tartályból álló sort tízre lehetne csökkenteni. A keverés javításával egyidejűleg a kikeverés hatásfoka is várhatóan jobb lenne. Ezen túlmenően az üzem rendelkezésére álló kikeverőtartály-állománynak tízes csoportokba való osztásával jelentős kapacitásnövekedés volna elérhető.

Köszönetünket fejezzük ki *Marosi Mihálynak* és *Lengyel Lászlónak* az Almásfűzitői Timföldgyár mérnökeinek, valamint *Nun András* munkatársunknak az üzemi mérésekben nyújtott segítségükért.

IRODALOM

[1] *Nagy P.—Frank L :* Fémipari Kutató Intézet Közleményei VI. 65 (1962).

[2] *Nagy P.—Frank L.:* Kohászati Lapok 96, 481 (1963).

[3] *Nagy L.—Marosi M.:* Jelentés a folyamatosan kikeverő soron végzett kísérletekről. Almásfüzitő 1963 június.

[4] *Bujdosó E.—Miskei M.—Ormos Gy.:* Kohászati Lapok 1964. 3. sz. 146. o.

[5] *Bujdosó E.:* A hibaszámítás alapjai. Fémipari Kutató Intézet Kiadványai I. szám, Bp. 1962 ápr.

[6] Folyamatos kikeverősor vizsgálata radióaktív izotópokkal. Fémipari Kutató Intézet Zárójelentése. Tsz. : 411, Bp. 1963.

Redukáló anyagok nagyolvasztóba való befúvásának elméleti alapjai és távlati lehetőségei*

HORVÁTH JÁNOS—HALÁSZ JÓZSEF kohómérnökök, Ózdi Kohászati Üzemek

Folytatás

DK 669.162.263.001.5

2. Redukáló anyagok befúvásának távlati lehetőségei

A jelenlegi földgáz- vagy olajfelhasználás rendkívüli nagy előnye abban rejlik, hogy igen egyszerűen vezethető a nagyolvasztóba. Ez azonban a fúvószél-hőmérséklet emelésén és az oxigén dúsításán kívül a fúvógép-kapacitás növelését is megköveteli. A bontott forró redukáló gázok bevezetése a nagyolvasztóba azért nagy jelentőségű, mert ezek nem tartalmaznak CO_2-t és vízgőzt, s így ezek az anyagok s a kokszkarbon között lejátszódó endoterm reakciók hőigényét is meg lehet takarítani.

A hideg földgáz, vagy részben előmelegített olaj befúvásának hatása a befúvott mennyiségtől függ. Mivel azonban a nagyolvasztók léghevítőkapacitását idáig még többé-kevésbé maximálisan kihasználták és a fúvószél oxigéndúsítása is csak ritka esetekben valósítható meg, újabb utakat kell keresni arra, hogy a redukálószerek befúvásának hatékonyságát növelhessük. Felvethető, hogy ha a befúvandó gázt, vagy olajat a megengedett maximális hőmérsékleti szintig előmelegítjük, akkor milyen megtakarítással számolhatunk. Ha feltételezzük, hogy a földgázt 500 C° hőmérsékletre melegítjük elő, akkor az így nyert hőmennyiség a fúvószél hőmérsékletének kb. 15—20 C°-os emelésével egyenértékű. Kézenfekvő tehát, hogy a bonyolult előmelegítő berendezések megépítése és üzeme nem lehet gazdaságos. Hazai viszonyok között gyakorlatilag a közeljövőben maximálisan 1050 C°-os fúvószél hőmérséklettel számolhatunk. Elméleti számítások alapján a befúvott földgáz mennyiségét, vagy az ennek megfelelő olajmennyiséget ilyen feltételek között maximálisan 120—150 Nm^3/t nyersvas értéken célszerű tartani. Ez azonban gazdaságossági törekvéseinket nem elégítheti ki. A nyersvas önköltségének további nagymértékű csökkenését lehet elérni, ha a nagyolvasztóba forró gáz alakú redukálóanyagokat fújunk be (CO, H_2).

A továbbiakban négy új lehetőséget ismertetünk :

Földgázbontás levegővel .

Földgázbontás termikus úton.

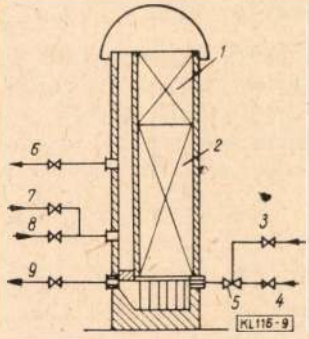
Ammóniaszintézishez felhasználható torokgáz előállítása földgáz és oxigén felhasználásával.

Ammóniaszintézishez felhasználható torokgáz előállítása szénsavval bontott földgáz és oxigén felhasználásával.

Különösen a két utóbbi módszert, azaz a földgáz kohászati és vegyipari kombinált felhasználását tartjuk most igen időszerűnek, mert — mint ismeretes — népgazdaságunk igen nagy anyagi erőket köt le a mezőgazdasági termelés fokozásához oly fontos műtrágyagyártás fejlesztésére. Mivel a kazincbarcikai Borsodi Vegyi Kombinát a két borsodi kohómű között helyezkedik el és ott az oxigénfejlesztő telep kapacitása kellően nagy, aránylag gyorsan és kisebb beruházással meg lehetne valósítani a földgáz kombinált felhasználását.

Földgázbontás levegővel [12] *(9. ábra)*

Az eljárás lényege az, hogy a földgáz reakcióba lép minimális mennyiségű levegővel, a levegő oxigéntartalma 900 C° fölött csak szénmonoxidig oxidálja a földgáz karbontartalmát.



9. ábra. Földgázbontás levegővel

1 Al_2O_3 granália, *2* rács, *3* levegő, *4* földgáz, *5* keverő, *6* redukáló gáz *7* fűtőgáz, *8* égető levegő, *9* füstgáz

Így a $CH_4 + {}^1/_2\, O_2$ keverék termodinamikailag egyensúlyban levő $CO + H_2$ keverékké változik át. A reagáló gázkeverékkel nagymennyiségű hőt kell közölni, melyet torokgáz elégetésével biztosíthatunk. Ez a módszer 1200 C°-os gázhőmérsékletet biztosít.

Ha levegővel bontjuk a földgázt, akkor a következő alapreakcióval kell számolni :

$$CH_4 + 0{,}5\ O_2 + 1{,}88\ N_2 = CO + 2\ H_2 + 1{,}88\ N_2,$$

1200 C°-os hőmérsékleten.

A földgáz bontása a nagyolvasztó léghevítőiben is elvégezhető. Ha a rács felső részét alumíniumoxid-granáliákkal töltjük meg és az oxigén viszonya a CH_4-hez a keverékben 0,4—0,5 között ingadozik, akkor a következő összetételű gázt nyerjük :

$CO_2 + H_2O$	2% alatt
CO	15—20%
H_2	38—42%
CH_4	2% alatt

Ha a rács felső részét nem porózus granáliákból képezzük ki, akkor gyakorlatilag ilyen összetételű gázt nem nyerhetünk, mert a metán egy része CO_2 és víz képződése mellett reakcióba lép az oxigénnel, míg a többi része vagy bontatlan marad, vagy elemi C-ra és hidrogénre bomlik.

* A dolgozat első része megjelent a Kohászati Lapok 1964. évi 8. számában.

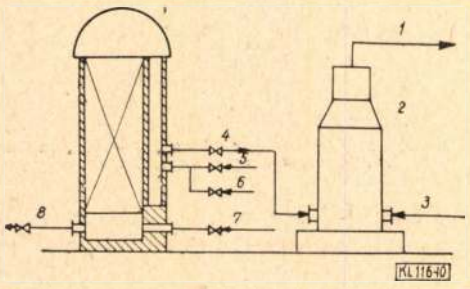
A bontás periódusában a földgázbontóba (léghevítőbe) kerül a gázkeverék. A rács alsó részében ez a gázkeverék 650—750 C°-ra melegszik fel. A felső részen a porózus alumíniumoxid-granáliákon — amelyek Ø-je legfeljebb 25 mm — alakul ki a tulajdonképpeni reakciótér és itt melegednek fel a gázok 1200 C°-ra. A granáliákból álló rács mintegy elevenebbé gyorsítja a reakció folyamatát, mivel nagymértékben növeli a gáz és a szilárd test érintkező felületét, s ezen kívül a szabad térfogat csökkenése következtében elfojtja az elemi C képződését kiváltó folyamatokat.

A földgázbontó rácsát a fűtőgáz égéstermékeivel melegítik fel. Az égéstermékek keresztüláramlanak a rácson és utána a levegőbe eresztheték. A rácsnak a szükséges hőmérsékletre való felmelegítése közben a lerakódott karbon kiégése is végbemegy. A bontóból kikerülő gázkeveréket a nagyolvasztóba fúvatjuk.

Földgázbontás termikus úton [12] *(10. ábra)*

Ez a módszer a szénhidrátok termikus bontásán alapszik az elemi C utólagos elgázosításával. Nagy hőmérsékletű térben a szénhidrátok termikus bomlásának reakció-egyensúlya a bomlástermékek képződése felé tolódik el.

$$C_nH_m = nC + \frac{m}{2}H_2$$



10. ábra. Földgáz termikus bontása
1 redukálógáz, *2* gázosító kamra, *3* levegő, *4* termikus bontástermék, *5* levegő, *6* fűtőgáz, *7* földgáz, *8* füstgáz

Az elemi szén korom alakjában részben a reakciótérből a gázárammal eltávozik, részben lerakódik. Ezt a folyamatot használják ipari mértékben a korom gyártásához. Az így nyert gáz 80—90% H_2-t és 3—5% CO-t tartalmaz, 130 g/Nm³ elemi C-tartalom mellett. A korom szénmonoxidig sztöhiometrikus mennyiségű levegő adagoláskor elgázosodik ($C + {}^1/_2O_2 + 1{,}88\ N_2 = CO + 1{,}88\ N_2$) az elgázosító kamrában, ahol az elgázosításhoz szükséges hőmérséklet a levegőhőmérséklet emelésével biztosítható. Ha a levegőt 1000 C°-ig melegítjük, akkor az elemi C teljes elgázosítása után a gáz egyensúlyi hőmérséklete 1600—1700 C° lesz. Az így nyert gázt közvetlenül a nagyolvasztóba fújjuk. Ezen a hőmérsékleten a koromrészecskék elgázosításához és a termodinamikai egyensúly beállásához csak századmásodpercek szükségesek.

A gáz összetétele a következő: 55% H_2, 19% CO és 26% N_2. A rács felületén lerakódott karbon kiég az előmelegítés periódusában. Ha a sémát egy kissé tovább bonyolítanánk, akkor ez a karbon is felhasználható jobb gázredukáló szerek előállítására. A fenti termikus bontáshoz teljes egészében fel lehetne használni a koromgyártó üzemek ipari berendezéseit, a levegő előmelegítésére pedig a szokásos léghevítőket. Lényegében a földgázt termikusan, periódikus üzemű léghevítő típusú berendezésekkel lehetne bontani.

Ammóniaszintézishez felhasználható torokgáz előállítása földgáz és oxigén felhasználásával [9]

Kizárólag elméleti alapokra támaszkodó számítás szerint lehetségesnek látszik olyan mennyiségű oxigén és földgáz befúvása a nagyolvasztóba, melynek hatására a

$$\frac{CO + H_2}{N_2} = 2{,}8 - 3{,}2$$

feltételt kielégítő, tehát ammóniaszintézisre alkalmas torokgáz képződik.

Ezt a számítást elvégezve, az alábbi eredményeket kapjuk:

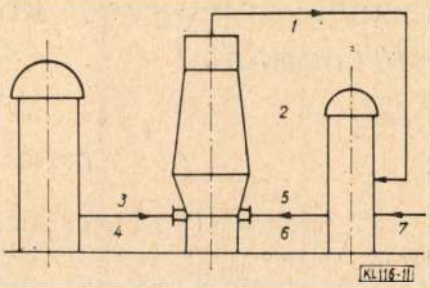
Gyártott nyersvasfajta: öntödei nyersvas.
Elegy: mészfelesleges zsugorítmány.
A zsugorítmány Fe-tartalma 52%.
A zsugorítómű elegye: 50% szovjet koncentrátum, 49% szovjet agglóérc, 1% úrkúti finom mangánérc.
Felhasznált földgázmennyiség, 270,68 Nm³/t nyersvas.
Felhasznált oxigénmennyiség, 327,79 Nm³/t nyersvas.
A fúvólevegő oxigéntartalma, 55,1%.
A fúvólevegő mennyisége, 393,14 Nm³/t nyersvas.
A fúvólevegő hőmérséklete, 1000 C°.
Az elméleti égéshőmérséklet, 1950 C°.
A medencegáz összetétele, 47,76% CO
32,29% H_2
19,95% N_2
A medencegáz mennyisége, 1686 Nm³/t.
A torokgáz mennyisége, 1826,26 Nm³/t.
A torokgáz összetétele, ... 15,23% CO_2
41,52% CO
0,2 % CH_4
21,93% H_2
21,12% N_2

$\frac{CO + H_2}{N_2} = 3{,}0044$, tehát az alapfeltételnek megfelelő:

A torokgáz hőmérséklete, 334 C°.
A torokgáz fűtőértéke, 1837 kcal/Nm³.
A fajlagos kokszfogyasztás, 434,40 kg/t nyersvas.
Önköltség:
Szokványos fúvólevegővel, 2104,66 Ft/t.
A fenti kombinált eljárással, 1861,09 Ft/t.

Ammóniaszintézishez felhasználható torokgáz előállítása szénsavval bontott földgáz és oxigén felhasználásával [12] *(11. ábra)*

A bontást úgy végezzük el, hogy a gázbontó berendezésbe torokgázt és földgázt adagolunk. A gázkeverék itt 1200 C°-ra melegszik fel, s ebben



11. ábra. Földgázbontás szénsavval
1 torokgáz, *2* gázbontó, *3* fúvólevegő, *4* 1200 C°-os 50%-os CO_2, *5* 1200 C°-os gáz, *6* ammóniaszintézis, *7* földgáz

az esetben végbemegy a $CH_4 + CO_2 = 2\,CO + 2\,H_2$ reakció. Szokványos léghevítő rácsban ez a reakció 1200 C°-on max. 1 s alatt befejeződik. A bontott gáz egy részét a nagyolvasztóba fúvatjuk, másik része az ammóniaszintézishez kerül. Az 50%-os oxigéndúsítású fúvólevegőt 1100—1200 fokig kell előmelegíteni.

Előzetes számításokból megállapítható, hogy a fenti módon a nyersvas önköltsége kb. 12%-kal, a fajlagos beruházási költség 1 t nyersvasra 15—20%-kal csökken. A műtrágyagyártás beruházási költségei is 10—15%-kal csökkennek, kb. 12%-os önköltségcsökkenés mellett. Ez a nagy gazdasági hatékonyság azzal magyarázható, hogy a nyersvasgyártásban és a vegyiparban nagymennyiségű kokszot, földgázt és oxigént lehet megtakarítani kombinált felhasználással.

Összefoglaló

A földgáz fentiekben javasolt felhasználási módjai természetesen részletesebb tanulmányozást kívánnak, de nem szerepel a sémában olyan berendezés, amelyet iparilag már eddig is ne használtak volna. Éppen ezért a kísérletek aránylag gyorsan elvégezhetők.

Külön meg kell állapítani az alumíniumoxid-granáliák szükséges rétegvastagságát és a granáliák méretét. Megfelelő kísérleteket kíván az elgázosító kamra szerkezeti megoldása. Hasonlóképpen ki kell kísérletezni azokat a berendezéseket, amelyeknek 1200—1700 C°-os gázt kell szállítaniok.

A kombinált felhasználás ez az új formája új, az eddig ismert eljárásoknál jóval nagyobb szintű földgáz felhasználását jelenti.

A fent tárgyalt módszerek talán szokatlannak tűnnek, de nagy a valószínűsége annak, hogy ez lesz a fejlődés útja.

Itt említjük meg, hogy Ózdon több éve folynak kísérletek az olaj bontásával kapcsolatban. Sikerült kísérleti méretekben olyan gázhalmazállapotú végterméket előállítani, amelynek nagy százaléka etilén. Természetesen a kohászati felhasználás itt már nem jöhet szóba, hiszen az ilyen összetételű termék a műanyagipar értékes alapanyaga.

IRODALOM

[1] *Raick, J. O.—Brassert, J. E.:* Iron and Steel Engineer. 1962. 12.
[2] *Ramm, A. N.:* A nyersvasgyártási folyamat anyag- és hőmérlege redukáló gázok befúvatásakor.
[3] *Horváth J.—Halász J.—Polencsik J.:* Kombinált fúvólevegő használatakor várható eredmények számítása. Kohászati Lapok 1963. 3.
[4] *Péntek I.—Bikics Z.—Horváth J.—Halász J.:* Olajbefúvásos üzemi kísérletek az ózdi nagyolvasztókban. Kohászati Lapok 1963. 5—6.
[5] *Szapiro, Sz. I.—Fofanov, A. A.—Ahotnyikov, P. G.—Boriszov, J. Sz.:* Metallurg 1961. 5. 5—7.
[6] *Ramm, A. N.:* Trudü L.P.I. N° 179. 1955.
[7] *Gotlib, A. D.:* Domennüj processz. 1958.
[8] *Jurjev, B. N.—Jurjeva, L. V.:* Metodü raszcsota demonnoj plavki. 1961.
[9] *Tamáskovics N.:* T.K.I. Számítás ammóniaszintézishez alkalmas torokgáz előállítására. 1963.
[10] Tüzeléstechnikai Kutató Intézet zárójelentése „A nagy kéntartalmú olajok nagyolvasztóban történő felhasználhatóságának kutatása" tárgyú kísérletről. 1962.
[11] Tüzeléstechnikai Kutató Intézet: Az OKÜ léghevítőinek hőtechnikai és áramlástani vizsgálata. 1962.
[12] Az 1960. évi szovjet nyersvasgyártó konferencia anyaga.
[13] *Szjomik:* Isszledovanyie domennovo processza. Szbornyik. izd. AN SZSZSZR 1957.
[14] A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet hőtechnikai felmérése az ózdi IV. sz. nagyolvasztójának olajbefúvásos üzeméről.

Helytelen — **Helyes**

Megfelelő *vízpótlás esetén* a *vízhőfok* 40—50 C°-on *van*, a víznyomás szabályozható, kb. 2 atm túlnyomásra. — Megfelelő **vízpótlással** a víz **hőmérséklete** 40—50 C°-on **tartható**, a víznyomás kb. 2 atmoszféra túlnyomásra szabályozható.

Vastagított *csővégek esetére elő van írva* a keresztirányú mágneses vizsgálat is a vastagított fejek belső és külső felületére. — A vastagított **csővégek** belső és külső felületét keresztirányú mágneses vizsgálatnak is **alá kell vetni.**

A *technológiai* vizsgálathoz a csővégekről gyűrűket vágnak le és *lapítanak meg.* — A **minőségi** vizsgálathoz a csövekről levágott gyűrűket **megzömítik.**

Természetesen a *robbanásveszély* miatt biztonsági berendezéssel is rendelkezik. — A **robbanásveszély** miatt **természetesen** biztonsági berendezése is van.

Az *egyengetés* igen kényes művelet az ilyen nagyszilárdságú rudaknál. Az ilyen nagyszilárdságú **rudak egyengetése** igen kényes művelet.

A programstruktúra és a járulékos termék keletkezése közti összefüggés a DV széles abroncssorán*

KOMLÓSY ANTAL okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK 658.51.018.2

A következőkben olyan kérdéseket kívánok felvetni a Dunai Vasmű szélesabroncssori programozásával kapcsolatosan, melyek feltehetően nemcsak a DV hengerművének illetékeseit érdeklik, hanem közérdekűek, sőt a hengerészeken kívül bizonyára érdeklődést keltenek a hengerelt gyártmányok elosztásával és tervezésével foglalkozó szervek dolgozóiban is.

A kérdés: a járulékos termék keletkezése és a programstruktúra közötti összefüggés, melyet a DV szélesabroncssorának adottságai és viszonyai szempontjából vizsgálok. De a módszer talán más hengersorra is használható, s a levont következtetések is túlnyúlnak a DV üzemén.

Azt szokták mondani, hogy a járulékos termék sajátosan magyar fogalom, s ilyen terméket sem a többi népi demokratikus államban, sem a világ egyéb részén nem ismernek. De van helyette II/a termék, van „Wildmass Blech". Ha tehát más keresztnévvel jelölik is, de mindenütt, ahol hengerelt árut állítanak elő, keletkezik olyan termék, amelyből nem egészen az lett, amire eredetileg szánták, vagy valamivel több lett, mint amennyire éppen szükség volt.

Milyen feltételek mellett dolgozhatna egy hengersor járulékos termék keletkezése nélkül? Egyszerű meghatározni, mert kézenfekvő, hogy egy adott hengersoron akkor nem keletkezik járulékos, ha:

a hengersor állandóan ugyanazt a termékfajtát gyártja,

a hengerelt szál végtelen és darabolás nélkül elszállítható,

a gyártásmód és betartása tökéletes,

a berendezés és a karbantartása tökéletes.

Ezek a feltételek természetesen nem valósíthatók meg, legfeljebb megközelíthetők, s a közelítés mértéke szerint keletkezik kevesebb, vagy több járulékos termék. Elég ennek igazolására szembeállítani egy drótsort és egy közép- vagy durvalemezsort; az előbbin járulékos termék keletkezésére alig kell számítani, az utóbbin viszont ez az arányszám nagyon jelentékeny.

A járulékos termék fogalma

Az alapfogalmak tisztázására le kell rögzíteni azt a közismert tényt, hogy a DV szélesabroncssorán gyártott lemezeket öt jellemző határozza meg. Ezek: a vastagság, a szélesség, a hosszúság, a minőség (magában foglalja a felület követelményeit is), a kivitel (szélezett, hengerelt szélű).

A lemezrendelés előírja ezeket a jellemzőket, ezenkívül megszabja, hogy hány táblát vagy hány tonnát kell a szóbanforgó rendelésre teljesíteni. Ennek figyelembevételével programoznak és gyártanak, és ha valamelyik jellemző nem felel meg az előírásnak és a javítás lehetősége sincs meg, akkor a gyártott tétel nem számítható be a rendelt tételbe, járulékos termékké válik. Ha a gyártott mennyiség több mint a rendelt, s a többlet túllépi az 5%-ot, vagy éppen exportról van szó, akkor a többlet ugyancsak járulékos terméket képez.

A járulékos termék keletkezésének tehát két módja van:

a gyártott tétel valamelyik jellemzője eltér az előírástól,

a gyártott mennyiség nagyobb, mint a rendelt.

A keletkezett mennyiség — a bruttó járulékos — két összetevőre bontható:

a programösszetétel és a hengersor technikai adottságai — tehát objektív körülmények — által megszabott járulékos minimumra (J_{min}). Ez ideális körülmények között, tehát egyetlen termékfajta és végtelen szálhossz gyártásakor nulla,

a járulékos minimumra, mint alapra rárakódó járulékos többletre (J_t) mely a gyári programozó és gyártást végző szervek tökéletlen munkája és a hengersori berendezések hibái miatt keletkezik. Előzetes meghatározására mód nincs; a dolgozók fegyelmezettsége, gyakorlottsága és a nagyobb technikai felkészültség kisebb, ennek ellenkezője nagyobb járulékos többlet keletkezésével jár együtt

Az összes járulékos csökkenthető avval a minden hengerműben követett eljárással, hogy a programtól eltérően keletkezett mennyiségeket művi rendelésre besorolják. Ez a művesített járulékos (J_m) tehát javítja az üzem termelésének járulékos részarányát, vagyis a termelésre vonatkoztatott járulékos mutatókat, mely az alábbiak szerint képezhető:

$$J_n = J_{min} + J_t - J_m$$

$$j = \frac{J_n}{T} \cdot 100\%,$$

ahol T a teljes termelés.

Az összes járulékos alapértékét, a járulékos minimumot meghatározó tényezők

A járulékos minimum nagyságát konkréten meghatározza a programstruktúra. Ha ez teljesen egynemű, megközelíti a nullát. A program tagoltsága, változatossága viszont, ami másként a tételsúly csökkenését jelenti, növekedését idézi elő. A következőkben megkísérlem számszerűen is meghatározni a járulékos minimumot, s ebből kiindulva nagyobb valószínűséggel tudjuk majd megbecsülni a várható összes járulékos részarányát.

*Előadásként elhangzott 1963. IX. 7.-én Balatonszéplakon

A hengerelt tételsúly nagyságának hatása a járulékos termékek keletkezésére

Különbséget kell tennünk rendelt tételsúly és hengerelt tételsúly között. Az előbbi a felhasználástól függően alakul, s a gyártó üzem által nem szabályozható kategória. A hengerelt tételsúly a gyártási program összeállítása során annak eredményeként alakul ki, hogy a különféle azonos jellemzőjű rendeléseket az üzem programozója összevonja és egyetlen tételként adja ki gyártásra. Bizonyos megfontolások alapján a hengerelt tétel fogalmát kibővíthetjük, s tágabb értelmezésben hengerelt tételnek nevezhetjük azoknak a rendeléseknek összességét, amelyek azonos henger beállítással hengerelhetők. A lemezeket meghatározó öt jellemző közül a hosszúság és a minőség megváltozása általában nem követeli meg a hengerek beállításának megváltoztatását, hiszen az előbbinél csupán az ollóütköző helyzetét kell módosítani, az acélfajták alakítási ellenállása pedig, legalábbis a program túlnyomó részét képező egyszerű szerkezeti acélokra a hengerlés hőmérsékletén közel azonosnak tekinthető.

Az azonos vastagságú, szélességű és kivitelű lemezrendelések összessége tehát olyan hengerelt tételt képez, amely a méretek beállítása után közbenső hengerállítás nélkül folyamatosan hengerelhető. A hengerelt tétel gyártása két szakaszra bontható:

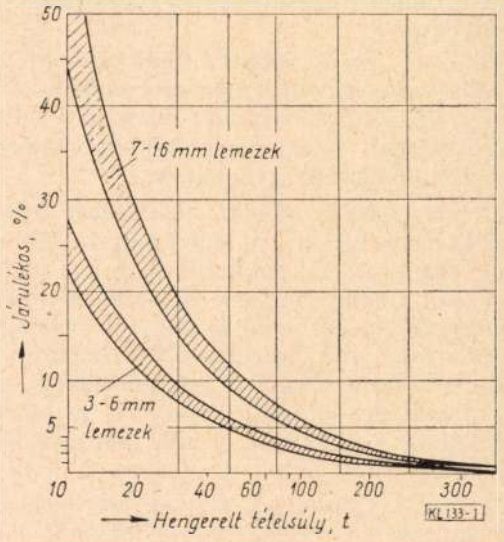
Beállító szakaszra, amelyben a hengereket beállítják, az első darabot kihengerlik, a méreteket ellenőrzik, a szükséges utánállítást elvégzik, a második darabot kihengerlik, ellenőrzik, s szükség szerint ezeket ismétlik mindaddig, míg a tényleges méretek megfelelnek az előírásnak,

állandósult hengerlő szakaszra; amelyben a darabok folyamatosan, ritkább ellenőrzések és esetleges kisebb igazításokkal megszakítva követik egymást.

Kellő gondosság mellett az állandósult hengerlő szakaszban minden darab megfelel az előírásnak, s hibás méretű termék nem képződik. A beállító szakaszban viszont a legnagyobb gondosság mellett is keletkezhet 1—2—3 sőt több olyan darab, amelynek valamelyik mérete eltér az előírástól, s szükségképpen járulékos termékké válik. A beállítás természetesen nemcsak a meghatározott jellemzőkre terjed ki, hanem olyan alakiakra is, mint a hullámosság és kardosság, s így nem túlzás, ha minden hengerelt tétel első két darabjáról feltételezzük, hogy valamilyen szempontból nem felel meg az előírásoknak.

Természetesen lesznek esetek, amikor már a második, sőt kedvező esetben az első darab is teljesen jó, ugyanakkor más esetben 3—4, sőt több darab is kifut a sorozatból, míg minden szempontból kifogástalan abroncsot sikerül előállítani. Ezeket mérlegelve törvényszerűnek kell mondanunk, hogy minden hengerelt tétel első darabját szükségszerűen járulékos terméknek lehet tekinteni.

Mivel a DV szélesabroncssorának adottságai a minimális bugasúlyt a 6 mm és ennél vékonyabb, 1000 és 1250 mm szélességű lemezekre 2500, ill. 3000 kg-ban, a vastagabb abroncsokra 5000, ill. 6000 kg-ban rögzítik, a hengerelt tételsúlyok függvényében nem nehéz meghatározni a szükségszerűen keletkező járulékos arányt. Ez az összefüggés látható az *1. ábrán*. Ebből következően az is megállapítható, hogy a vékonyabb méretekből 150 t-nál, a vastagabbakéból 300 t-nál nagyobbnak kell lennie a hengerlési tételnek ahhoz, hogy a keletkező járulékos kb. 2% alatt maradjon.



1. ábra. A keletkező járulékos részarány a tételsúlyok függvényében

Eddigi termelési gyakorlatunk szerint a járatos lemezméretekből (1000, 1250, 1500 mm szélesség, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 mm vastagság) általában összehozhatók az ilyen nagyságú hengerelt tételek, ha adottak bizonyos alapfeltételek, mint pl. kellő előretartással kiadott program, tervszerűen kialakított bugakészlet, jó acélgyártó programszerűség stb. A nem járatos lemezméretekből azonban az átlagos hengerelt tételsúly 20—50 t, s mivel e téren a felhasználókat semmiféle szabvány nem köti, a méretválaszték határai pedig túl szélesek, a nem járatos méretekből gyártandó mennyiség a termelés 10%-át is eléri.

Ha figyelmen kívül hagyjuk azt a körülményt, hogy a gyártás során a hiány- és selejtpótlások, továbbá a különleges sürgős kívánalmak miatt a járatos, eredetileg nagy hengerelt tételt képező méretek is felaprózódnak; s csak a fentiekben vázolt adatokat vesszük figyelembe, akkor arra az eredményre jutunk, hogy a jelen és közelmúlt programviszonyai között kialakult hengerlési tételek kis súlya miatt szükségképpen keletkeznie kell kb. 3,5—4,0% járulékos terméknek.

A táblák hosszméretének hatása a járulékos termékek keletkezésére

Különösebb nehézség nélkül belátható, hogy a rendelt késztáblák hossza és a nyersabroncs hossza közti viszony nem közömbös a járulékos táblák keletkezése szempontjából. Ideális esetben a nyersabroncs hossza éppen egész számú többszöröse a késztáblák hosszának, s ilyenkor csak a szokásos végveszteség léphet fel, járulékos lemeztáblák nem keletkeznek.

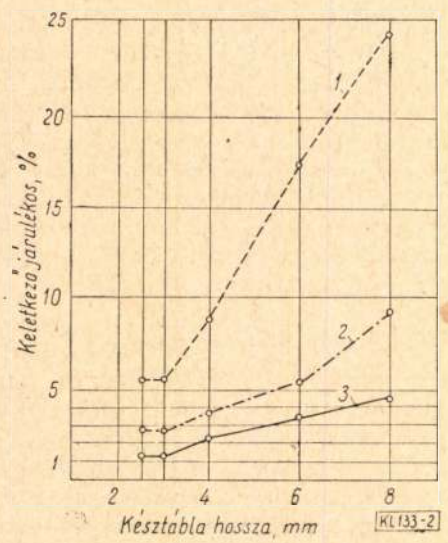
Mivel — mint említettem — a lemezrendelések hosszméretét semmiféle szabvány nem köti, csak a berendezés adottságai szabnak felső határt, s a rendelhető lemeztábla-változatok száma — még ha a minőséget figyelmen kívül hagyjuk is — több százra tehető, a nyersabroncs hosszával nem lehet az ideális esetre beállni, s nem lehet teljesíteni azt a követelményt, hogy a nyersabroncsok hossza mindig a rendelt táblahosszúság egészszámú többszöröse legyen.

Ehelyett arra kellett törekednünk, hogy minél hosszabb legyen a nyersabroncs, tehát minél nagyobb súlyú a kiinduló buga és a bugák a lehető legkisebb veszteséggel legyenek minél kevesebb fajta tuskóból kivághatók.

A hengersorok mögött elhelyezett hűtőpad hossza kereken 100 m. A már említett súlyú bugákból 1000 és 1250 mm szélességre a 3—3,5, ill. a 6—7 mm vastag szalagok 95—100 m hosszban hengerelhetők, a közbeeső és nagyobb vastagságú abroncs hossza arányosan kisebb. Viszont az 1500 mm széles abroncsokból a sor adottságai miatt még a 4 mm-es vastagság is csak 64 m hosszban hengerelhető, s a 12 mm vastag abroncs hossza alig 21 m.

Ezek a körülmények a nyers abroncsból kivágni kívánt késztáblák szempontjából annyit jelentenek, hogy a nyersabroncs hossza csak véletlenül lehet egészszámú többszöröse a kész hossznak. A véletlen szerepe még jobban bővül, ha figyelembe vesszük, hogy a bugák súlyában is vannak eltérések, s az abroncs hosszát a tűrésmezőn belül eső lemezméret változásai is megváltoztatják. Ezek együttes hatása következében a nyersabroncsok hossza kb. 10%-os mezőn belül szóródik, s a tényhosszak eloszlását csak a véletlen szabályozza.

Ha szokott eloszlást tételezünk fel és megvizsgáljuk, hogyan alakul a legjáratosabb hosszméretekben, a kész táblahosszúságok egészszámú többszörösén felül maradt hosszak arányszáma, akkor ha a nyersabroncs hossza 80—100 vagy 40—50, ill. 20—25 m között helyezkedik el, a 2. *ábrát* kapjuk.



2. ábra. A keletkező járulékos részarány, a nyerstáblahosszak függvényében
A nyers szalag hossza: 1 = 80 — 100 m, 2 = 40 — 50, 3 = 20 — 25 m

Az ábra világosan mutatja, hogy

a 2,5 és 3,0 m késztáblák kb. azonos mértékű járulékos keletkezésével vághatók ki, s a nyersabroncs hosszával fordított arányban változik a járulékos termék arányszáma;

a 4 m feletti hossztól meredekebben emelkedik a járulékos tábla részaránya és ez a mutató a nyersabroncs rövidülésével aránytalanul erősen növekszik. A 12 mm-nél vastagabb 1500 mm szélességű lemezek hengerlésekor a nyersabroncsok hossza 15—50 m közötti. És mivel éppen ebben a mérettartományban van ezen a hengersoron szükség a hosszú táblákra, érzékelhető, hogy milyen kedvezőtlen járulékos arányszámmal gyárthatók a nagy táblahosszakban rendelt széles durvalemezek az adott gyártási feltételek között.

A gyártás egész keresztmetszetére vonatkozóan a keletkező járulékos természetesen csak a konkrét feladat ismeretében lenne kiszámítható. Az átlagos programösszetétel és szokásos táblahosszeloszlás felvételével durva közelítéssel megállapítható, hogy az 1000—1250 mm széles lemezek gyártása 2%-os, az 1500 mm széleseké 6,6%-os járulékos tábla keletkezésével jár együtt. Ha a két szélességi méretcsoport megoszlási aránya 70/30%, akkor a tág határok közt változó táblahosszak miatt szükségképpen legalább 3,3% járulékos terméknek kell keletkeznie.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ebben az elemzésben csak a legjáratosabb hosszméreteket vettük számításba, s teljesen eltekintettünk attól, hogy ezeken kívül a legkülönbözőbb és gyakran a 10 m-t is meghaladó hosszelőírásokat kell kielégítenünk. Ez a körülmény természetesen még jobban rontja a gyártást kísérő járulékos termékek részarányát.

A járulékos keletkezés nagyságát növelő egyéb tényezők

A DV szélesabroncssorának adottságai között az előbbiek szerint — legalábbis a szokásos program elosztással — szükségképpen keletkezhet a termelés kereken 7%-át kitevő járulékos termék (de ez is csökkenhet, ha megvalósulnak a később ismertetendő javaslataim). Ezt a mennyiséget tekinthetjük annak a minimumnak, amelyre rárakódik az egyéb körülmények okozta járulékos. Ezeket az egyéb körülményeket felsorakoztatni — úgy vélem — felesleges, mert ismertek minden üzemben dolgozó előtt, s túlnyomórészt emberi gyarlóságokra, szervezetlenségre, a munkamenet megsértésére, gyakorlatlan vagy felületes munkára, a hengerlő berendezés egyes egységeinek meghibásodására vezethetők vissza. Viszont jelentkezésükre számítani kell, nagyságuk azonban csak statisztikai úton határozható meg, s a DV jelenlegi körülményei közt kb. 5—8%-ban fejezhető ki.

A bruttó járulékos termék részaránya tehát a termelés 12—15%-át teszi ki, melyből 7% a fentiek szerint a sori adottságok és a programstruktúra következményeként szükségképpen keletkező járulékos minimum.

Feladatok és teendők a járulékos termék keletkezésének csökkentésére

Áttérve a teendőkre, elsősorban a bruttó járulékos keletkezésének részarányát kell csökkenteni Itt a feladat két részre bontható. Az egyik — s ez a nehezebbik — az emberi és technikai gyarlóságokból eredő rész és ez kizárólag szívós üzemvezetési, szervezési és ellenőrzési munkával csökkenthető. A másik a programösszetétel és a sori adottságok következtében keletkező, és az előbbivel kb. azonos nagyságú járulékos minimum. Ez utóbbi között két tényező érdemel vizsgálatot: a hengerelt tétel súlya és a táblahossz hatása.

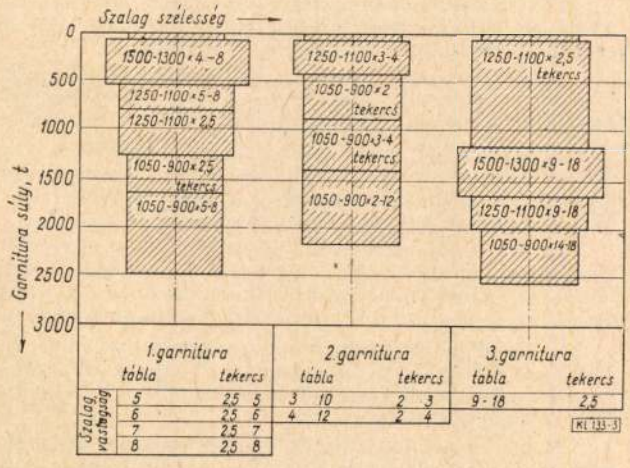
A teendők önként adódnak : el kell érni azt, hogy 150, illetve 300 tonnánál kisebb hengerlési tételsúly egyáltalán ne kerüljön programba és törekedni kell a minél nagyobb, lehetőleg 500—800 tonnás azonos méretű hengerlési tételek programbaállítására.

Ennek érdekében az üzem kezében levő egyetlen járható út az azonos méretű rendelések összevonása. Természetesen minél nagyobb a rendelkezésre álló rendelésállomány, annál valószínűbb, hogy a nem járatos termékekből is összehozható az említett minimális hengerlési tételsúly.

Ezekből a megfontolásokból kiindulva el kellett határozni, hogy szélesabroncssorunk programozásakor a következő alapvelveket fogjuk érvényesíteni :

A programba állítható legkisebb tételsúly a 6 mm és vékonyabb lemezekből 150 t, a vastagabbakból 300 t lehet, egy-egy és kb. 2500 t-át kitevő garnitúrában legfeljebb három vastagsági méret hengerelhető (pl. 5—2,5—8 ; vagy 3—2—10 ; vagy 4—2—12 stb. *3. ábra*). Havonként 15—18 ilyen szellemben összeállított garnitúra kerül kihengerlésre, olyan előre rögzített sorrendben, amely biztosítja a kikészítő gépek egyenletes ellátását és terhelését.

Nem vitás, hogy mind a hengersor teljesítménye, mind a járulékos keletkezés csökkentése érdekében ez az út helyes. Hogy azonban ez érvényre is juthasson, szükség van a következő, nemcsak vállalati szintű intézkedésekre :



3. ábra. A vastagság és szélesség függvényében összeállított garnitúra programok

Az egyes negyedévek feladatát képező teljes rendelésállományt — a korábbi gyakorlattól eltérően (főként export és kohászati társgyári) — a DV-nek is a negyedévet megelőző hó 1. napjáig meg kell kapnia és a havi ütemezés csak olyan mértékben legyen érvényesíthető, ha nem ütközik fenti alapelvekkel,[1]

a minimális hengerlési tételsúlyt negyedéves szinten el nem érő igények csak egy féléves időszak igényeinek bevárása után összevontan nyerhetnek kielégítést.[1]

A DV szélesabroncssorában meglevő termelési kapacitás kihasználása az ismertetett programozási elveket megkívánja. Bizonyosra vehető, hogyha ezeknek érvényt kívánunk szerezni, számos olyan rendelésünk lesz, amely egyáltalán programba sem állítható.[1] Ezért feltétlenül foglalkozni kell a rendelhető minimális tételsúlyok kérdésével, mert a jelenlegi gyakorlat, vagyis az 5 t-ban minimált tételsúly a nagy berendezés adottságait tekintve igen hátrányosan kicsi. Az üzem javaslata a következő :

A járatos táblamerétekből rendelhető legkisebb súlyként továbra is megtartható az 5 t, járatos táblaméretnek tekinthetők (mm)

1000 × 2000	1250 × 2500	1500 × 3000
1000 × 4000	1250 × 5000	1500 × 6000
1000 × 6000		

A hozzájuk tartozó vastagságok : 2—2,5—3—4—5—6—8—10—12—15 mm.

A járatos táblaméretektől csak hosszúságban eltérő táblákból rendelhető minimális tételsúly 25 t legyen.

A járatostól szélességben vagy vastagságban eltérő táblák viszont csak 50 t súly megrendelésekor legyenek gyárthatók.[1]

A kereskedelem segítése

Az említett programozási elvek megvalósítása olyan kötöttségekkel jár, amelyek megnehezítik a kereskedelem, főleg pedig az exportáló vállalatok munkáját. A gyártás gazdaságossága és a rövid határidőn belüli teljesítés követelménye közti ellentmondás kiegyenlítésére javasoljuk olyan darukkal rendelkező fedett raktár létesítését, mely a külföldi piacokon eladható lemezfajtákat nagy tételekben tárolja.

Az ilyen raktár állományát a külkereskedelem kezelné és szabályozná oly módon, hogy az eladott tételek pótlását összevontan rendelné a hengerműtől. Ez a raktár megkönnyítené az eladók munkáját, növelné az eladás biztonságát, azonnali szállítást tenne lehetővé és nem kerülne szembe az üzem olyan követelménnyel, hogy pl. 100 tonna összes súlyban 20 különböző méretű, egyenként 5 tonnás rendelést teljesítsen három héten belül, mert ez valamilyen különleges kereskedelmi érdeket szolgál.

Tudjuk azt is, hogy a raktárról való eladás devizahozam csökkenést jelenthet, s azt is tudjuk hogy a raktáron tároló lemez még fedett raktárban

[1] Túlzott követelmény, hisz a kohászat feladata a felhasználók kellő időben, hiánytalan anyagellátása. A kérdést csak a népgazdasági optimum megállapítása döntheti el (szerkesztő).

— még kondicionáltan is — rozsdásodásnak van kitéve, ami további veszteséget okozhat. Ezenkívül még elfekvő készlet is keletkezhet, amit a MNB súlyos kamattal terhel. De a lemezek rozsdásodása is szakszerű kezeléssel elkerülhető s a mainál kedvezőbb helyzet teremthető. Az is kétségtelen, hogy ilyen raktár csökkenthetné a kiviteli engedélyekkel, a hajórakományok napravaló érkeztetésével kapcsolatos problémákat is, s nem fordulna elő, hogy sok száz tonna hengereltáru válik alig használhatóvá a kikötő tárolóterein.

Gyártási adottságok és intézkedések

A DV szélesabroncssorának az önálló nyújtósor megépítéséig (blokksor vagy folyamatos öntőmű) több olyan hátrányos technikai adottsággal kell számolnia, mely miatt egészséges gyártási eljárások nem valósíthatók meg, és így nem lehet teljes biztonsággal számítani minden esetben a gyártás 100 %-os sikerére. Ezek a hiányosságok csak hosszabb idő alatt nyernek majd felszámolást.

A közeli időben a következő fejlesztési feladatok megvalósítását tervezzük :

1964 elejére üzembe helyezzük a folyamatos vastagság- és szélességmérő berendezést. Ezek a műszerek mind a beállítási, mind az állandósult szakaszban csökkentik a hibás méretű darabok keletkezését és szűkebb tűrésmezőjű hengerlést biztosítanak.

Növelni kívánjuk a nyers szálak hosszúságát. Ennek legközvetlenebb útja a táblalemezeknek tekercsből való lefejtése. Meglevő lefejtő berendezésünk csak 2—5 mm vastagságra használható és a darabolható hossz max. 3000 mm. Folyamatba tettük a feldolgozható mérettartomány kibővítését 8 mm vastagságig. A gyökeres megoldást azonban az jelentené, ha 10, esetleg 12 mm vastag lemeztáblákat is tekercsből tudnánk lefejteni. Ennek egyik feltétele természetesen a tekercselőink kicserélése is.

A jelenlegi előnyújtási problémáink miatt lehetőleg mentesíteni kell a sort az 1300—1500 mm széles szalagok hengerlésétől.

Az egy-egy időszakra (hónap vagy negyedév) programbaállított rendelések közül kb. a termelés 10%-a erejéig kiválasztjuk azokat a tételeket, amelyek a szokványos minőségekben járatos táblaméreteket tartalmaznak. Ezeket nem állítjuk be hengerlésre, hanem rásorolási állományt képeznek. Ezt az állományt a minden műszakra beállított programozó kezeli, aki a hosszabb táblák vágásakor leeső rövidebb táblákat és véglemezeket azonnal átprogramozza a birtokában levő megfelelő szelvényű és minőségű rendelésre.

Meg kívánjuk teremteni a rendszeres kapcsolatot az értékesítés vonalán belföldi rendelőinkkel. Ennek a kapcsolatnak elsősorban a műszaki jellegére törekszünk. Meg kell ismerni a továbbfeldolgozás módszereit, segíteni kell a feldolgozót abban, hogy a célnak legjobban megfelelő és a népgazdasági szinten legkevesebb hulladékot adó lemeztáblákat kapja. A feldolgozási eljárás ismeretében az is elbírálható lesz, hogy lehet-e eltérni és milyen mértékben a rendelt mérettől és minőségtől. Így mindkét fél jóakaratával a járulékos termék egy további hányada tehető programszerűvé az értékesítés során.

Összefoglalás

Tudomásul kell venni, hogy a járulékos hengerelt termék keletkezése szükségszerű. Mértékszáma részben a programösszetételtől és a technikai adottságoktól, részben emberi gyarlóságoktól függ. A járulékos mennyisége rendszeres elemző munkával, ezt követő intézkedésekkel, különösen a rendelésállomány tehát a hengermű felé áramló igények egyneműbbé tételével és ésszerű programozással elviselhető mértékre csökkenthető.

Egyesületi hír

A Gépipari Tudományos Egyesület és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1964. április 1-én a Technika Házában „Hőálló acélok gyártása és vizsgálata" címmel egynapos ankétot tartott. Ezen az ankéton részt vettek az acélokat gyártó, feldolgozó és felhasználó üzemek.

Az ankéton 8 előadás és számos hozzászólás hangzott el. Az elhangzott előadások rövid tartalmát az alábbiakban foglalhatjuk össze.

Az energiatermelő berendezések korszerűsítése világszerte hatalmas méretű fejlődést mutat. A berendezések tervezésében a nagyobb gazdaságosságra való törekvés az utóbbi évtizedben meglehetősen megnőtt. A gazdaságosság növelésének pedig — mint ismeretes— egyik hatékony módszere a hőmérséklet és nyomás, a másik az egységteljesítmény növelése.

Külföldön ferrites acélból 540—565 C°-on üzemben tartott turbinákat és ilyen gőzt termelő kazánokat gyártanak 400—2000 MW-os teljesítménnyel. Austenites acélok felhasználásával pedig 600—650 C°-os gőzbelépésű turbinákat építenek. Az egységteljesítmény növelése a fajlagos beruházási költségeket és a fajlagos hőfogyasztást is kedvezően befolyásolja.

A KGST államok nemzetközi együttműködő energiarendszere lehetővé teszi hazánkban is 100—500 MW-os egységteljesítményű berendezések építését.

A korszerű nagy teljesítményű berendezések gyártásának problémáit elsősorban anyag- és technikai kérdések alkotják, melyek közül a legfontosabbak :

1. A nagyberendezésekhez nagy hőállóságú, jól önthető, repedésre nem hajlamos, nem vetemedő, jól hegeszthető acélt kell használni és ezen acélokat megfelelően hőkezelt állapotban kell kimunkálni és beépíteni.

2. A turbina tengelyek, tárcsák anyagát úgy kell kiválasztani és hőkezelni, hogy sem hőmérséklet, sem hőmérséklet változás hatására elhúzódások ne keletkezzenek és a gép 10 mikron alatti rezgéssel forogjon.

3. A kazáncsöveknek és vezetékcsöveknek jó hőállóságuk legyen. A felhasznált acél legyen jól alakítható és a helyszíni szerelési munkák során is kifogástalanul hegeszthessék.

A hőálló acélok gyártásával kapcsolatos követelményeket a jelenlegi viszonyainkra gyártó üzemek képviselői mondták el.

Nagyenyedi József

Az acélok tartósszilárdsága

DR. SZOMBATFALVY ÁRPÁD

DK 669.14.018 : 620.17

Bevezetés

Hőerőművek üzemi hőmérsékletén a fémekben olyan folyamatok mennek végbe, amelyek szobahőmérsékleten teljesen figyelmen kívül hagyhatók. A szilárdsági tulajdonságok változásában mind nagyobb szerepe lesz az igénybevétel időtartamának is. Kb. 400 C° hőmérsékletig a mechanikai igénybevétel ismeretében a szakítószilárdság és melegfolyáshatár alapján a gépelemek aránylag még egyszerűen méretezhetők, nagyobb hőmérsékleten azonban a szakítószilárdság vagy az acélok terhelhetősége már mindinkább az igénybevételi idő függvénye és a hőmérséklet növelésével rohamosan csökken. A szokásos folyáshatárnál jóval kisebb igénybevételen is megindul az anyag folyása, ezért szükségessé vált a tartósfolyás vagy kúszás mértékének vizsgálata. Kisebb teljesítményű robbanó motorok, 500 C° hőmérséklet alatt működő gázturbinák tervezésekor ez még nem okoz különösebb gondot, mert ezek erősen túlméretezhetők, de a korszerű, 550 C° körüli hőmérsékleten működő gőzturbinák, továbbá a még nagyobb hőmérsékletű sugárhajtóművek tervezése a megengedhető feszültségek bizonytalansága miatt igen nehéz feladat.

Jellemzésül megemlítem, hogy a szobahőmérsékleten kb. 40 kp/mm² szakítószilárdságú ötvözetlen acél 400 C°-on 10 000 óra alatt 16 kp/mm² igénybevételen, 100 000 óra alatt 12 kp/mm² igénybevételen szakad ; 500 C°-on pedig a 10 000 órás időleges szilárdsága 5,2 kp/mm² és 100 000 órás időleges szilárdsága 3,3 kp/mm².[1]

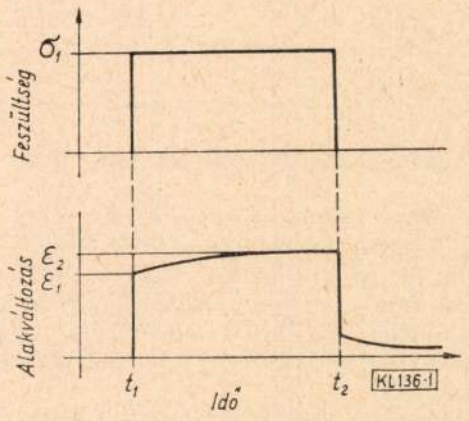
Az anyagvizsgáló feladata, hogy megállapítsa a 10 000 vagy 100 000 órás időleges szilárdságot, lehetőleg anélkül, hogy a kísérlet 100 000 óráig (11 év !) tartana. A tervező problémája pedig az, hogy meghatározza a megengedhető igénybevételt a több-kevesebb pontossággal megadott időleges szilárdság ismeretében. Hozzá kell még tennünk, hogy a túlméretezésnek gazdasági és üzemi akadályai vannak, ezenkívül nem is oldja meg a kérdéseket, mert a falvastagságok növelésével a hőigénybevételek is nőnek.

E probléma jelentőségét mutatja az is, hogy a napjainkban rendezett konferenciákon, kongresszusokon egyik leginkább vitatott kérdés a fémek kúszása és ez a szakközleményeknek is igen gyakori témája.

A gyakorlatban a feladat sokszor a következő formában jelentkezik: valamely acélöntménynek, vagy kovácsolt darabnak megállapítandó a 10 000 vagy 100 000 órás kúszáshatára, vagy az időleges szilárdsága. Az ehhez szükséges 14 hónap, illetve 11 év azonban nem áll rendelkezésre; ezért olyan vizsgáló eljárásra volna szükség, amellyel a kívánt tartószilárdsági értékek aránylag rövid idő alatt meghatározhatók. Több ilyen módszert dolgoztak már ki, ezek azonban leginkább tapasztalatokon alapszanak és csak durva közelítő pontossággal használhatók. Mai felfogásunk szerint mindaddig nem dönthető el valamely acélnak rövid vizsgálatával a tartós terhelés közben tanúsított viselkedése, amíg a kúszás folyamatának fizikai alapjait nem tisztázzák. Ilyenfajta vizsgálatokkal világszerte nagy felkészültséggel foglalkoznak, fémfizikai ismereteink azonban ma még nem elég alaposak ahhoz, hogy a kúszás folyamatának pontos mechanizmusát szem elé tárják. Ehelyett csak többé-kevésbé igazolt feltevésekre támaszkodhatunk. A jelenség megvilágítására a következőkben röviden tekintsük át a kúszásra vonatkozó elméleteket.

A kúszás

Ha egy fémet vagy ötvözetet rugalmassági határánál kisebb feszültséggel terhelünk, pillanatnyi deformációt észlelünk, amit egy további, igen lassú, maradó alakváltozás követ. A jelenséget az *1. ábra* szemlélteti. t_1 időpontban ébredő

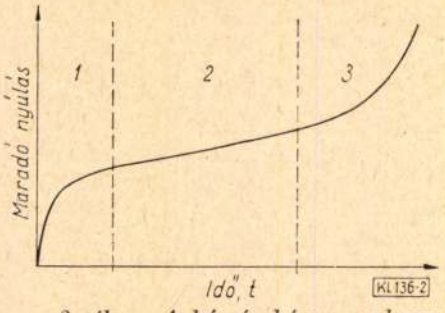


1. ábra. Tartós igénybevétel okozta alakváltozás

σ_1 feszültség hatására ε_1 rugalmas alakváltozás keletkezik. Állandó igénybevétel alatt nagyobb ε_2 deformáció észlelhető. A feszültség megszüntekor ismét fellép a kezdeti rugalmas alakváltozás, amit egy utóhatás követ. Ebből kívülről az állapítható meg, hogy a külső terhelés körülményeinek megváltozásakor a test egyensúlyi állapota csak bizonyos idő után áll be. Az állandó terhelés alatt végbemenő lassú alakváltozás a kúszás. Közönséges hőmérsékleten nincs nagyobb jelentősége, mert a fém a terhelés hatására fokozatosan keményedik és így az alakváltozás végül megszűnik ; 450 C° körül azonban megindul az átkristályosodás. Ennek hatására a nyúlás állandósul, ami előbb-utóbb szakadáshoz vezet.

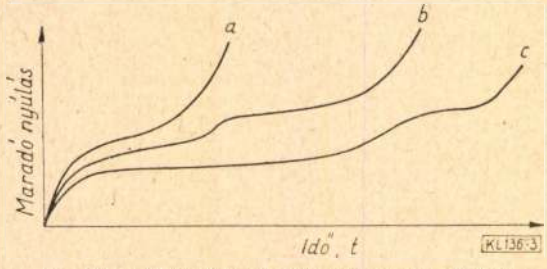
A nagyobb hőmérsékleten végbemenő kúszási folyamat az idő függvényében rendszerint három szakaszból áll *(2. ábra)*. A kezdeti *1* átmeneti

[1] Az időleges szilárdság a nagyobb hőmérsékleten, meghatározott idő alatt törést okozó igénybevétel. Kúszáshatár : bizonyos hőmérsékleten megszabott idő alatt megszabott nyúlást okozó igénybevétel.



2. ábra. A kúszás három szakasza

kúszási szakaszban a nyúlássebesség fokozatosan csökken, a *2* egyenletes kúszási szakaszban nagyjából állandó, a *3* szakaszban pedig a nyúlás gyorsul és szakadás következik be (gyorsuló szakasz). Adott anyagnak nyúlásdiagram alakja és a szakadás helye nagymértékben a hőmérséklettől és az igénybevétel nagyságától függ. Ez makroszkóposan azzal magyarázható, hogy kisebb hőmérsékleten vagy kisebb igénybevételkor az alakváltozással járó keményedésnek aránylag nagyobb a jelentősége, nagyobb hőmérsékleten viszont a fém lágyulása gyorsul, ami a nyúlássebesség növekedésében nyilvánul meg.



3. ábra. Kúszási görbék jellegzetes alakja

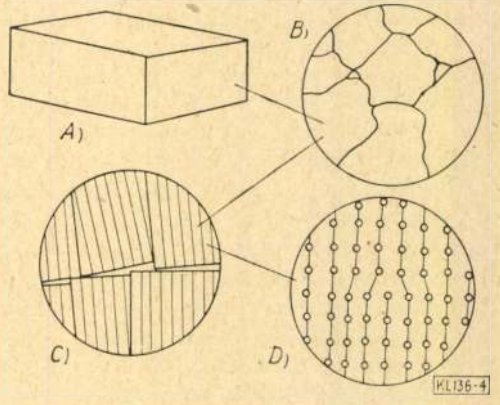
A három szakasz azonban sokszor nem ismerhető fel élesen ; a második szakasz néha teljesen hiányzik (*3. ábra a* görbe) vagy az ötvözetben vizsgálat közben olyan átalakulások mehetnek végbe, amelyek a görbe menetében törést, a nyúlássebesség megváltozását okozhatják (3. ábra *b* és *c* görbe).

Ebből arra lehet következtetni, hogy az észlelt kúszás bonyolult jelenség, több elemi folyamat eredője.

A tartósan igénybevett acélok törésének mechanizmusa a hőmérséklettől függően kétféle lehet : kisebb hőmérsékleten a törés a krisztallitszemcsék belsejében kezdődik, nagyobb hőmérsékleten viszont a szemcsehatárok bizonyulnak kisebb szilárdságúnak és a törés e határok mentén következik be. Azt a hőmérsékletet, amely a két hőfoktartományt elválasztja, ekvikohézív hőmérsékletnek nevezik [1]. Az ekvikohézív hőmérséklet az acél vegyi összetételétől függ, de hatással van rá a mechanikai igénybevétel nagysága, a szemcseméret és a hőkezelés is.

A kúszási folyamat mechanizmusa

A fémek kúszásának mechanizmusa részleteiben még nem tisztázott. A fémfizikusok erre vonatkozó elképzelése részben egyező, részben ellentmondó, azonban határozottan leszögezhető, hogy a kivülről észlelhető kúszás igen bonyolult, több elemi folyamat eredője és többféle oka lehetséges. Mielőtt ezek ismertetésére rátérnénk, célszerűnek látszik a fémek mikroszerkezetének rövid összefoglalása, mert a továbbiak folyamán ez képezi megfontolásaink alapját.



4. ábra. Fém szerkezete
A = fémdarab, *B* = krisztallitok, *C* = mozaikblokkok (szubszemcsék), *D* = rácsrészlet diszlokációval

A *4. ábra* vázlatosan szemlélteti a fém felépítését. *A* fémdarabot ábrázol, amely krisztallitokból, szemcsékből *B* áll ; ezeket kristályhatárok választják el. A krisztallitot közelebbről megvizsgálva azt találnánk, hogy olyan rétegek vannak benne, amelyeken belül az azonos rácssíkok párhuzamosak ; az ilyen rétegeket *mozaikblokknak* (szubkristály) nevezzük. A szomszédos mozaikblokkok azonos hálózati síkjai között a szögeltérés azonban minimális (*C*-részlet). Egyetlen mozaikblokk alaposabb vizsgálatakor viszont az is kitűnik, hogy az atomrács nem tökéletes : az atomsorok diszlokációkkal (*D*-részlet), beékelődött többlet-atomokkal, vagy atomhiánnyal (vakancia stb.) megszakítottak. Éppen az ilyen rácshibák döntő jelentőségűek a kúszás szempontjából.

A fémfizikusok a kúszást elsősorban diszlokációk vándorlásával magyarázzák [2]—[7]. Ennek kvantitatív leírása még hiányos. Egyszerűsítve úgy képzelhető el, hogy külső feszültség hatására a diszlokációk a feszültségterükben tartózkodó *Cottrell-felhőkkel* (idegen atomokkal) együtt mozgásnak indulnak ; az összetorlódott, egymást keresztező diszlokációk mozgását a környezetükben tartózkodó idegen atomok (zárványok, kiválások) erősen gátolják, ezért a továbbvándorlásuk szorosan összefügg az idegen atomok diffúzió-sebességével. Azt is megállapították, hogy a kúszási folyamat aktiválási energiája nagyjából azonos az idegen atomok alaprácsban való diffúziójának aktivitálási energiájával [8]. Ez azt mutatja, hogy a kúszás sebességét az idegen atomok jelenléte és fajtája döntően megszabja. E megállapítás jól egyezik a tapasztalatokkal, a kvantitatív viszonyokat azonban bonyolulttá teszi az, hogy az aktiválási energia a feszültségtől is függ [2]. A diszlokációk akadályokon való áthaladását a hőmozgás elősegíti, ezért érthető, hogy nagyobb hőmérsékleten nagyobb a kúszás sebessége.

Nincs még végérvényesen eldöntve, hogy a kúszás a diszlokáció saját csúszási síkjába való vándorlásának, vagy pedig az ebből való kilépésnek következménye-e. Valószínű, hogy a jelenségben mindkét mechanizmus szerepet játszik, azonban a hőmérséklettől, az igénybevétel nagyságától, valamint az ötvözet összetételétől függően az egyik vagy a másik lesz túlnyomó.

Bizonyos jelenségek alapján elfogadhatónak látszik az a magyarázat is, hogy a kúszás az egyes krisztallitoknak egymáshoz viszonyított elmozdulása. A szemcsehatár több szempontból úgy viselkedik, mint egy nagyon vékony (néhány atomsornyi méretű), igen viszkózus folyadékhártya, amelyben a krisztallitok már egészen kis feszültség hatására mozgásnak indulnak [18]. Bizonyos körülmények között (az ekvikohezív hőmérséklet fölött) tartós igénybevétel hatására a fémek és ötvözetek kristályhatár mentén szakadnak, egyes esetekben e jelenség tekinthető a kúszás egyik okának.

A fémek kúszása a *Snoek-effektusra* is visszavezethető [24]. Ennek az a lényege, hogy külső igénybevétel hatására az elemi cella deformálódik: az eredetileg térben középpontos köbös térrács a húzás irányában megnyúlik, az erre merőleges síkban pedig az atomok egymáshoz közelebb kerülnek. E deformáció következtében egyes intersticiós atomok vándorlásra kényszerülnek: olyan vasatomok közé lépnek át, amelyek a külső erő hatására egymástól eltávolódnak. Ez az elmozdulás megváltoztatja a rács feszültségi állapotát és maradó alakváltozást okoz. Az intersticiós atomok ilyenfajta vándorlása az ötvözet kúszásához vezet.

A leírt jelenségeken kívül a kúszást egyéb jelenségekkel is összefüggésbe szokták hozni, ilyenek pl.: a vezetési elektronok mozgása, a termo-elasztikus hatás stb. Ezek hatása azonban a feltevések szerint aránylag mérsékeltebb és egyelőre figyelmen kívül hagyható.

A kúszás azonban nem csupán a finomszerkezetben előálló változásoktól függ. A szokásos hőmérsékleteken már fénymikroszkópon is észlelhető szövetszerkezeti változások mennek végbe (pl. kiválás, újrakristályosodás, szemcsedurvulás), amelyek erősen hatnak a kúszás sebességére. Az ilyen átalakulások a hőmérséklet és feszültség függvényében különfélék.

Az eddigiekből kitűnik, hogy a kúszás végeredményben az ötvözet atomjainak bizonyos mérvű átrendeződése útján megy végbe. Hogy ez az átrendeződés mikor és milyen mechanizmussal következik be, nincs végérvényesen eldöntve, mert ezek a mechanizmusok csak kvalitative ismertek. Nagyon valószínű, hogy e mechanizmusok mindegyike részt vesz a kúszás előidézésében, de az egyes hatások érvényesülése és mértéke az ötvözet összetételétől, szövetszerkezetétől, a hőmérséklettől és az igénybevételtől függően más és más lehet.

A világszerte folyó kúszási kísérleteknek főleg két célja van: elsősorban tartós igénybevételnek jól ellenálló ötvözeteket igyekeznek előállítani, másrészt az igénybevétel körülményeinek hatását kívánják tisztázni.

A továbbiakban e két kérdésre kívánok röviden kitérni.

A tartós szilárdságra ható tényezők

Az összetétel hatása

A tartósan igénybevett ötvözetek nagy kúszásállóságán kívül fontosak sokszor a szívósági, fizikai, vagy a technológiai tulajdonságaik is, továbbá a korrózióval, kifáradással szemben fennálló ellenállóképesség és nem utolsó szempont az árkérdés sem. A szerkesztő azt az acélminőséget részesíti előnyben, amely valamennyi követelményt legjobban kielégíti. Ezért új ötvözet kidolgozásakor e tulajdonságok mindegyikét szem előtt kell tartani.

Köztudomású, hogy a kúszási sebesség elsősorban az ötvözet vegyi összetételétől függ. Az egyes ötvözők szerepét több évtized óta folyó kísérletekkel próbálták tisztázni. Ezek során megállapították, hogy a karbon javítja a kúszási tulajdonságokat, azonban erősen rontja a szívósságot és hegeszthetőséget, ezért a 0,24% C-t általában felső határnak szokásos tekinteni.

Az egyes ötvözőknek a tartószilárdságra kifejtett hatásáról nem egészen egységesek a vélemények. Általánosságban megállapították, hogy azok az ötvözők a legkedvezőbbek, amelyek stabilis karbidokat, nitrideket, intermetallikus vegyületeket képeznek, mert ezek beépülve a kristályrácsba akadályozzák a diszlokációk mozgását. Egyes tapasztalatok azt mutatják, hogy az újrakristályosodási hőmérséklet növelésével javul a kúszásállóság, ezért az ötvözők kiválasztásakor ezt a szempontot is figyelembe veszik [9].

Az ötvözés további szerepe a szemcsehatármenti deformáció megakadályozása lehet; egyes elemek ugyanis szemcsehatármenti dúsulásokra hajlamosak, vagy vegyületeik a szemcsehatárokon válnak ki. Mind a két jelenség a szemcsehatárok stabilizációját segíti elő.

A molibdén igen jó hatását egyértelműen megállapították, ezért a gyengén ötvözött acélok szinte kivétel nélkül mind molibdén-ötvözésűek. Amerikai megfigyelők szerint a csak molibdénnel ötvözött (valamint az ötvözetlen) acélokban gyakran tapasztalnak grafitkiválást. Ez főleg akkor észlelhető, ha az acélt a kellőnél több alumíniummal dezoxidálták. A grafitosodást a krómtartalom minden esetre akadályozza [10].

Előnyös és ugyancsak igen elterjedt ötvöző a vanádium is, bár az újabb kísérletek szerint hosszú idő alatt elridegedést okoz [11]. A króm hatását vitatják, bár szintén igen gyakori a kúszásálló ötvözetekben, egyesek szerint nincs közvetlen hatása a kúszásállóságra, ahogy a wolframnak sem [10]. Ezeket inkább szemcsefinomítás végett adagolják. Vitatják a nikkel szerepét is, a gyengén ötvözött acélokban régebben eléggé gyakori volt, egyes vélemények szerint azonban elridegedést okoz. Valószínű, hogy hatását a jelenlevő egyéb ötvözők is módosítják.

Az újabb kísérletek azt mutatják, hogy a nikkelacélok elridegedése csak túlzottan nagy szilárdságra való nemesítés után következik be, megfelelő hőkezelés után nem jelentkezik [12]. A gyengén ötvözött acélokban ma már feltehetően magas ára és kevés hatása miatt alig használják.

Az egyes elemek hatásának ismerete azonban egymagában még nem lehet döntő, mert ez a hatás erősen függ az egyéb jelenlevő ötvözőktől is. Ezért a jó tartószilárdsági tulajdonságú acélokat csak a többalkotós ötvözetek vizsgálata alapján lehet tovább fejleszteni.

A kúszási tulajdonságok a szennyezők és a nyomelemek mennyiségétől, továbbá az acélgyártás körülményeitől (adagvezetés, dezoxidáció, fővetési idő stb.) is függőek. Főként ennek tulajdonítható az az igen fontos megállapítás, hogy meghatározott anyagminőség egyes adagjai között a tartósszilárdsági vizsgálat eredményeinek szórása elérheti a ±15%-ot [13] vagy akár a 20%-ot is.

A hőkezelés hatása

Az elméleti megfontolások és a gyakorlati tapasztalatok egyaránt arra mutatnak, hogy a tartósszilárdsági tulajdonságokat elsősorban az alapanyagba ágyazott finom kiválások (karbidok, nitridek stb.) határozzák meg. Ezek jelenlétét, méretét, eloszlását az ötvözés és hőkezelés dönti el. E szempontok figyelembevételével olyan hőkezelést kell választani, mely a kiválások legkedvezőbb állapotát biztosítja.

A tartósan igénybevett acélokat a következő módokon szokás hőkezelni:

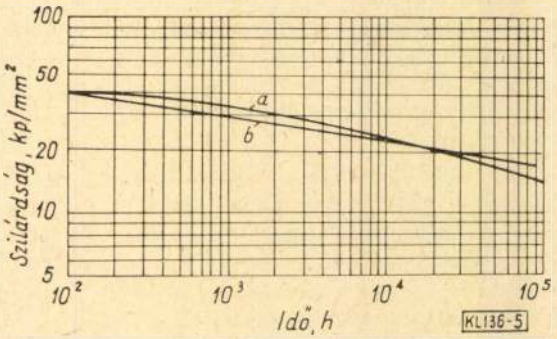
1. homogenizáló izzítás, *2.* edzés, illetve normalizálás, amelynek célja az ötvözők oldása, *3.* ferrites ötvözetek megeresztése. A megeresztés hatására válnak ki azok a részecskék, amelyek hivatása a kúszás folyamán a fém rácsszerkezetében végbemenő elmozdulások akadályozása, ezért a megeresztés a legfontosabb hőkezelő műveletnek tekintendő.

A helyesen hőkezelt alkatrészek kúszássebessége kicsi. Az ilyenek hosszú idő alatt sem ridegednek el. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a kis kúszási sebesség, vagy a nagy időleges szilárdság nem az egyetlen kritériuma a tartósan igénybevett ötvözet jóságának; a hőkezeléssel szívóssági tulajdonságokat is kell tartósan biztosítani.

Régóta vizsgálják és vitatják, hogy az ilyen ötvözeteknek melyik a legkedvezőbb szövetszerkezete és szemcsenagysága. Megállapították, hogy a finomszemcséjű, kevésbé megeresztett szövet kisebb hőmérsékleten előnyösebb, a nagyobb hőfokon (a rekrisztallizációs hőmérséklet felett) kisebb feszültséggel terhelt szerkezetekben kedvezőbb a durvább szemcsézet és lágyabb szövet [9].

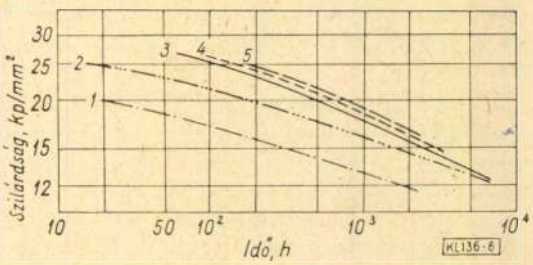
Vitatott kérdés az is, hogy a stabilisabb szövetszerkezet kedvező-e, vagy sem. A legtöbb esetben stabilis szövetszerkezetre törekszünk, mert a megfigyelések szerint ez általában előnyösebb. Az instabilis állapot akkor bizonyul jobbnak ha a kúszás közben finom eloszlású fázis válik ki az alapanyagból. Az alapanyag újrakristályosodása, a kivált részecskék egyesülése, valamely fázis oldásával járó szövetváltozás azonban rontja a kúszási tulajdonságokat [9], [16].

A hőkezelés hatásának tanulmányozásakor döntő szerepe van az igénybevétel időtartamának. A nagyobb szilárdságúra nemesített ötvözetek az első néhány száz vagy ezer óra alatt rendszerint lassabban kúsznak, ez az előny azonban később eltűnik és a nyúlássebesség eléri, sőt rendszerint meghaladja az erősebben visszaeresztett acél nyúlássebességét. Az az időtartam, amely alatt a hőkezelés kedvező hatása megszűnik, 3000—45 000 órára tehető [12], [14], [16], [17]. Példaképpen bemutatjuk az *5.* és *6. ábrát*, amely két jellegzetes acél időleges szilárdságának a változását szemlélteti a megeresztés függvényében.



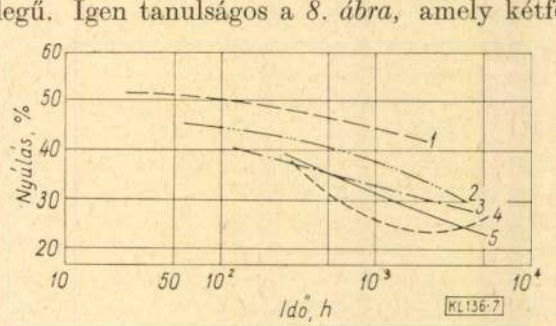
5. ábra. 0,25% C, 1,26% Cr, 0,57% Mo, 0,69% V-tartalmú acél időleges szilárdsága 550 C°-on a megeresztés függvényében [11]

a = 720 C°-on 4 órán át megeresztve, σ_B = 90,1 kp/mm², b = 750—760 C°-on 5 órán át megeresztve, σ_B = 79,5 kp/mm²

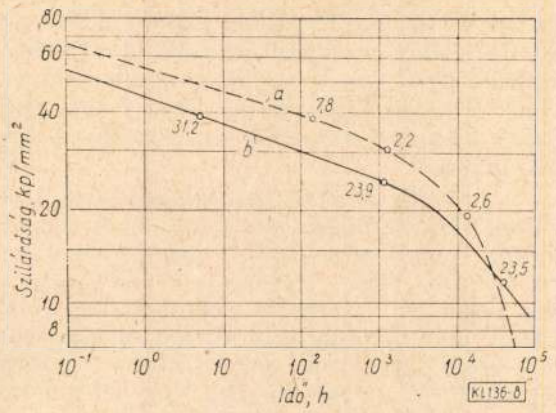


6. ábra. 11% Cr-tartalmú ferrrites acél időleges szilárdsága 600 C°-on, a megeresztés függvényében [11]

Bár látszólagos az előnye, mégis a nagyobb szilárdságra való nemesítés rendszerint azzal a veszéllyel is jár, hogy hosszabb idő (néhányezer óra) után az acél elridegedik. Ezt a folyamatot egy egyébként szívós acélon a *7. ábrán* mutatjuk be, ahol a 660 C°-on megeresztett próba ilyen jellegű. Igen tanulságos a *8. ábra*, amely kétféle



7. ábra. 11% Cr-tartalmú acél szakadás után maradó nyúlásának változása 600 C°-on a megeresztés függvényében [11]



8. ábra. A hőkezelés hatása 21 CrMoV 511-jelű acél 550 C°-os időleges szilárdságára és maradó nyúlására [12]
A statikus szakítószilárdság: $a = 92{,}5$, $b = 88{,}6$ kp/mm², a számértékek az ábrában a maradó nyúlást jelentik

hőkezelés után a 21 CrMoV 511 minőségű acél időleges szilárdságát és szakadás után maradó nyúlását tünteti fel. Ebből kitűnik, hogy a nagyobb szilárdságúra nemesített anyag maradó nyúlása 1000 óra után már csak 2,2%, lágyabb állapotban pedig 20 000 óra után még mindig 23% fölött van. Hosszabb idő után az időleges szilárdsága is nagyobb lesz, mint a keményebb anyagé.

A rendelkezésre álló szakirodalom alapján végeredményben eléggé egyértelműen az állapítható meg, hogy az acélok hosszú időre vonatkozó tartósszilárdsági és kúszási tulajdonságait a hőkezelés kevéssé módosítja, azonban a lassú elridegedésre erősen hat. A hőkezelés módszerének kiválasztásakor és az eredmények értékelésekor ezt mérlegelni kell.

Az igénybevétel körülményeinek hatása

A hőmérséklet ingadozásának hatása

A tartósan igénybevett berendezések hőmérséklete nem állandó, hanem az üzem körülményeitől függően kisebb-nagyobb határok közt ingadozik. Ezért jogosan vetődik fel a kérdés, hogy a hőmérséklet-ingadozásnak mi a hatása a tartósszilárdsági tulajdonságokra. Erre vonatkozóan kiterjedt kísérletet folytattak, melyekből egyértelműen az tűnik ki, hogy a váltakozó hőmérséklet tetemesen gyorsíthatja a kúszási folyamatot. A kutatások közül talán elegendő *Röpke*[19] döntőnek tekinthető vizsgálataira utalnunk. Kísérleteiből azt a következtetést vonta le, hogy állandó igénybevételen a törést okozó hőmérséklet-ingadozások számára, vagy az időleges szilárdságra nem a hőmérséklet-ingadozás nagysága, hanem a hőmérséklet-változás sebessége a döntő.

Pl. 10 CrMo 910 jelű acélt 15 kp/mm² feszültséggel bizonyos hőmérséklethatárok között tartósan terhelve, a törést okozó hőmérséklet-lengések száma a hőmérséklet-változás sebességének függvényében a következő:

C°/s	hőmérsékletlengés
4	22 717
7	9 947
18	2 084
73	1 064

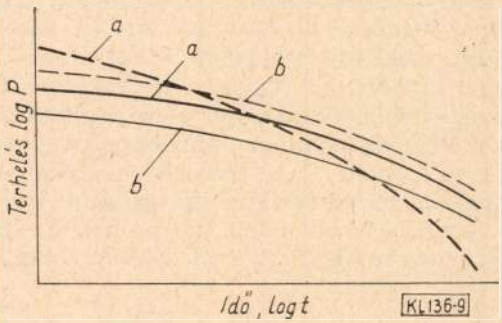
Ezt a jelenséget azzal magyarázzák, hogy a hőmérséklet-ingadozás, illetve a hőtágulás következtében a darab felülete és középső részei között keletkező hőmérséklet-különbségek következtében az acélban járulékos feszültségek ébrednek. E feszültségek gyorsítják az ötvözőelemek diffúzióját [20] és nyilvánvalóan a kúszás egyéb mechanizmusaira is hatással vannak.

Végeredményben tehát megállapítható, hogy a hőmérséklet-ingadozás annál erősebben csökkenti a tartósszilárdságot, minél gyorsabb a lefolyása és minél vastagabb falu az illető alkatrész. Ezt a megállapítást a hőerőgépek üzeme közben és tervezésekor szintén gondosan szem előtt kell tartani.

A bemetszések hatása

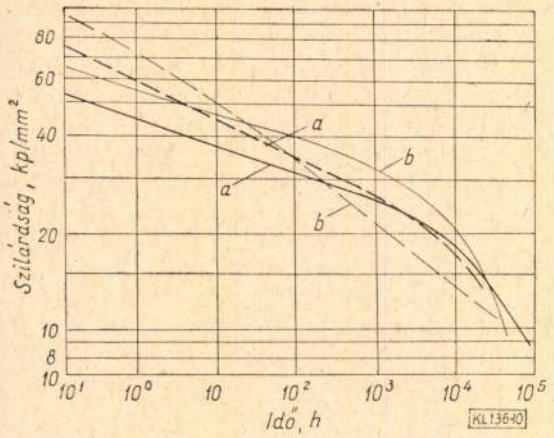
Ismeretes, hogy a hirtelen keresztmetszetváltozások, bemetszések is megváltoztatják az alkatrészek szilárdsági tulajdonságait. A bemetszések hatására előálló többtengelyű feszültségi állapot a lágy anyag statikus szakítószilárdságát tovább növeli, a rideg anyagét pedig csökkenti, az ismétlődő igénybevételkor azonban mindig csökkentő hatású. Felmerül az a kérdés is, hogy miként hat a bemetszés tartós igénybevételkor. Az erre vonatkozó kísérletek azt igazolták, hogy a bemetszések rontják a tartószilárdsági tulajdonságokat [21], [22].

Minthogy statikus vizsgálattal a bemetszésnek a szakítószilárdságra kifejtett hatásából következtetni lehet az anyag szívós, vagy rideg voltára, helyesnek látszott az az elgondolás, hogy a fémek tartós igénybevétele során fellépő ridegedést bemetszett próbatestekkel vizsgálják. A kísérletek azt mutatták, hogy egyes acélok tartós igénybevétel közben rideggé válnak és szakítószilárdságuk hosszabb idő után erősen csökken, mások pedig a kezdetben jó időleges szilárdsági értéküket hosszú idő után is megtartják [23]. A sima és bemetszett próbatestek időleges szilárdságvonala közel párhuzamos. E tulajdonságokat a *9. ábrán* feltüntetett vázlatok szemléltetik.



9. ábra. Tartós igénybevétel közben ridegedő a *és nem ridegedő,* b *acél — sima és ------ bemetszett próbáinak időleges szilárdsága*

A bemetszett próbák időleges szilárdsági diagramja is elsősorban az acél összetételétől függ, azonban az acélgyártás módja, a szokásosan általában ki nem mutatott nyomelemek is megváltoztatják. Ezenkívül döntő szerepe van az



10. ábra. Különböző szilárdságúra nemesített 21 CrMoV 511 minőségű acél időleges szilárdsága 550 C°-on — sima és bemetszett ------- próbatesteken

acél hőkezelésének. Ez jól látható a *10. ábrából*, amely kétféle hőkezelés után [12] a 21 CrMoV 511 minőségű acél sima és bemetszett próbáin mért időleges szilárdságot tünteti fel. Míg szívósabbra nemesített állapotban a sima és bemetszett próbák között alig van különbség, nagyobb szilárdságú próbán az időleges szilárdság kezdettől fogva rohamosan csökken.

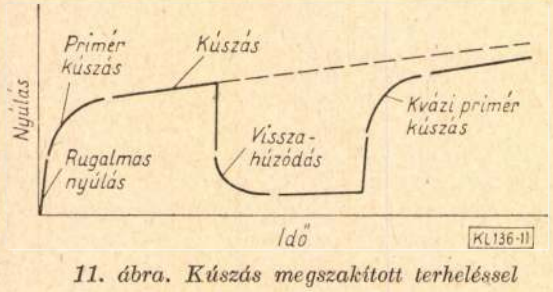
Összefoglalva : a bemetszett próbákon mért eredmények tehát igen érzékenyen mutatják az acél ridegedésre való hajlamát és a velük való kísérletek kiegészítik a sima próbatestekkel folytatott vizsgálatokat, ezért indokolt az alkalmazásuk.

A megszakítások hatása

A hőerőgépek üzeme ritkán folytonos, mert a terhelések sem mindig állandók. Az igénybevétel és üzemszünet szakaszai is felváltva követik egymást. Ezért szükségesnek látszott tisztázni, hogy a megszakítások módosítják-e a kúszás folyamatát, tehát rövidítik, vagy meghosszabbítják-e egy alkatrész élettartamát.

A probléma eléggé fontos lévén, érdemes kissé részletesebben foglalkozni vele.

Nagy hőmérsékleten a terhelés hatására azonnal rugalmas alakváltozás lép fel, amit fokozatosan csökkenő sebességű alakváltozás követ (primér kúszás). Ez rugalmas utóhatásnak tekinthető, s percnyi időközben játszódik le. Ezután indul meg a kúszási folyamat, ami már lényegesen lassúbb *(11. ábra)*. A terhelés megszűntekor a Young-féle modulussal meghatározható rugalmas alakváltozás ismét fellép, a próbatest azonban tovább deformálódik és csak néhány (esetleg 40) perc alatt áll be a nyugalmi állapot. Ez a visszahúzódás jelensége. Újabb igénybevétel hatására a rugalmas nyúlás és az utóhatás (amit most kváziprimér kúszásnak neveznek) ismét fellép, majd a nyúlás idő-görbe folyamatosan átmegy a kúszás szakaszába.



11. ábra. Kúszás megszakított terheléssel

A jelenség azzal magyarázható, hogy a krisztallitok alakíthatósága irányítottságuk miatt különböző. Külső erőhatásra a kedvezően orientált krisztallitok csak rugalmasan deformálódnak, ezek veszik fel a terhelés nagyobb részét, mások viszont már maradó alakváltozást is szenvednek. Ez a primér vagy kváziprimér kúszás. A terhelés megszüntével a csak rugalmasan deformálódott krisztallitok fordított irányú erőhatást fejtenek ki a képlékeny alakváltozást szenvedett krisztallitokra, ennek folytán egyesek ismét folyásnak indulnak. A rendszer egyensúlya csak lassan áll be, amit makroszkóposan hosszabb időn át tartó rugalmas utóhatásként (visszahúzódás) észlelünk.

A gyakorlatban a jelenség következményei érdekesek ; nevezetesen az, hogy a közbenső leterhelések miatt megváltozik-e a kúszás sebessége, vagy sem. Egyes megfigyelések szerint[25] az igénybevétel-megszakítások megmásítják a kúszást, ezt azzal magyarázzák, hogy feszültségmentes állapotban a kiválások képződése és koagulációja, a fázisváltozások, a rácselemek elmozdulása olyan irányban megy végbe, ami gyorsítja a kúszás folyamatát [26].

A 12%-os króm-acélokkal folytatott újabb kísérletek viszont [27] azt mutatták, hogy a terhelés többszöri megszakításának nincsen számottevő hatása a kúszás további folyamatára. Az ötvözet minősége, hőkezelése, az igénybevétel nagysága, a megszakítás időtartama, a kváziprimér kúszást és a visszahúzódás nagyságát eléggé megváltoztatja és bizonyos szerkezetekben ez közvetve a kúszás további folyamatára is hat.

Kérdés, hogy e megállapítások milyen mértékben vonatkoznak gyengén ötvözött acélokra. Valószínű, hogy ezekre a megszakítások hatása a hőmérséklettől és az igénybevétel nagyságától is függ, azonban a gyakorlatban rendszerint elhanyagolható.

A tartósszilárdsági tulajdonságok meghatározása

Hosszú tartamú vizsgálat

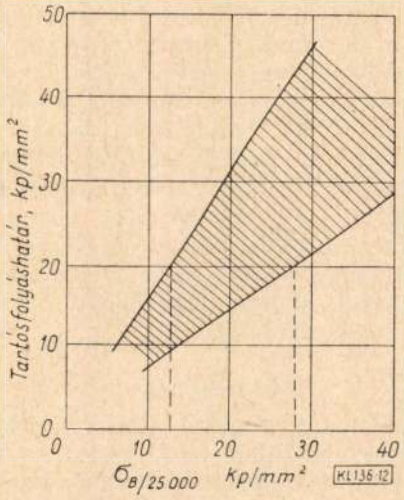
A tartósszilárdsági vizsgálat végső célja bizonyos ötvözet kúszási mértékének és időleges szilárdságának meghatározása. Ehhez a próbatesteket a kellő hőmérsékleten állandó erővel terhelik és sokezer óra alatt ismételten mérik a bekövetkező nyúlást, vagy megállapítják a szakadást okozó igénybevételt. A vizsgálat időtartama pl. 10 000, 30 000 vagy 100 000 óra. Az így meghatározott kúszáshatár, vagy időleges szilárdság alapján méretezi a szerkesztő a hőerőgépek elemeit.

Ilyen mérvű kísérlethez óriási vizsgáló géppark és sok év kellene, hogy a szükséges anyagjellemzőket nagy biztonsággal megállapíthassák. Ezért szó sem lehet arról, hogy minden adagot hosszútartamú vizsgálatnak vessenek alá.

Rövidített vizsgálatok lehetősége

A vizsgálati idő csökkentésére különböző eljárásokat gondoltak ki. Ezek segítségével rövidebb idő alatt kísérlik meg eldönteni az acéladagról, hogy tartós igénybevételre mennyire alkalmas.

Ma már elégtelennek tekintik a MSZ 105—50.3 lapon előírt 45 órás kísérletet a tartósfolyáshatár vizsgálatára. A *12. ábra* meggyőzően bizo-



12. ábra. A 35 órás tartósfolyáshatár és az időleges szilárdsági kísérletek eredményeinek szórási sávja 500 C°-on [17]

nyítja, hogy az így meghatározott érték még tájékoztató jelleggel sem használható és régen megérett, hogy töröljék szabványaink közül. A nagyszámú kísérleti eredmény alapján összeállított ábrából kitűnik, hogy a tartósfolyáshatár és az időleges szilárdság között gyakorlatilag nincs összefüggés; pl. 500 C°-on 20 kp/mm² tartósfolyáshatárt állapítottak meg olyan acélokon, amelyek 25 000 órás időleges szilárdsága 13 és 28 kp/mm² között változott. Viszont a 20 kp/mm² időleges szilárdságú acélok tartósfolyáshatárául 15—31 kp/mm² közötti értékeket kaptak. Nagyobb hőmérsékleten a szórási sáv még szélesebb. Ezek figyelembevételével nyilvánvaló, hogy a 45 órás vizsgálatok szolgáltatta eredmények nem sokat érnek.

Az ötvözetek kúszási tulajdonságainak rövidebb idő alatt való megállapítására elvileg a következő két út kínálkoznék:

1. Fémfizikai ismeretek alapján tisztázni a kúszás folyamatát, kvantitative meghatározni a törvényszerűségeket és a szükséges álandókat, majd felhasználásukkal kiszámítani, hogy adott összetétel és metallurgiai viszonyok között kb. milyenek lesznek az ötvözet tartósszilárdsági értékei. Figyelembe véve azonban, hogy a kúszás igen bonyolult, összetett folyamat, s többféle mechanizmus összeredménye, és ezeket az ötvözet összetétele, gyártási módja, számottevően módosítja, nem látszik valószínűnek, hogy belátható időn belül a tartósszilárdsági értékek elegendő pontossággal számíthatók volnának.

2. A rendelkezésre álló kísérleti eredmények statisztikai feldolgozásával próbálkozni az ötvözők, az acélgyártás, hőkezelés stb. szerepének a felmérésével és hatások, ismeretében következtetni a hosszú idő után várható tulajdonságokra. Az eddig elvégzett vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy általános érvényű következtetések nem vonhatók le, éppen a folyamatok összetett volta miatt, így a tapasztalati módszer sem alkalmazható kellő biztonsággal erre a célra.

Ezek szerint egyelőre le kell mondanunk arról, hogy adott ötvözet tartós igénybevételhez tartozó szilárdsági tulajdonságait előzetesen vagy rövidített kísérlet alapján pontosan meghatározhassuk.

A hosszú idő alatt lejátszódó deformáció mechanizmusait azonban kvalitativan ismerjük; tudjuk, hogy ezek termikusan aktivált folyamatok, amelyeket külső feszültségektől és hőmérséklettől függő aktiválási energia jellemez. A kísérletek és a tapasztalatok azt mutatták, hogy a kúszás aktiválási energiája meghatározott ötvözetben kisebb hőmérséklet- és feszültséghatárok között nem változik lényegesen [28].

Ez a megállapítás kijelöli az extrapolálás lehetőségét. Adott acélminőség sok adagjának vizsgálatával meghatározott hőmérsékleten és feszültségen meg kell állapítani a kúszási folyamatra jellemző állandókat. Ezek ismeretében bizonyos valószínűséggel meghatározhatók a kísérlettől nem nagyon különböző hőmérséklethez és igénybevételhez tartozó tartósszilárdsági tulajdonságok. Az elméleti megfontolások és a tapasztalatok azt mutatják, hogy minél kisebb feszültség- és hőmérséklethatáron belül végezzük az extrapolációt, az elkövetett hiba annál kisebb.

A Larson—Miller extrapolálás

A téma jelentőségére való tekintettel igen sokat foglalkoztak a rövidített tartósszilárdsági vizsgálatokkal, és több eljárást dolgoztak ki extrapolálásra. Ezek közül egyik legismertebb és legtöbbet vitatott módszer a *Larson* és *Miller* által publikált eljárás [29]. A szerzők a kémiai reakciók sebességére vonatkozó Arrhénius-egyenletből indultak ki, amelynek ismert alakja:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = A \cdot e^{-Q/RT}, \text{ ahol}$$

$\frac{d\varepsilon}{dt}$ a reakciósebesség (nyúlás-, illetve diffúziósebesség)

A az anyagtól és feszültségtől függő állandó,
Q a folyamat aktiválási energiája,
R a gázállandó,
T az abszolút hőmérséklet.

Megfelelő átalakítás után az egyenlet a következőképpen is írható:

$$\frac{Q}{2{,}3R} = T(\log A - \log \varepsilon + \log t)$$

Feltételezve, hogy a Q aktiválási energia és az A állandó T-től és t-től független, továbbá, hogy

$$\frac{Q}{2{,}3R} = L, \text{ és } \log A - \log \varepsilon = c$$

akkor

$$L = T\ (c + \log t).$$

Larson és *Miller* kísérletileg igazolták, hogy az L-paramétert a feszültség függvényében ábrázolva, a gyakorlatban szokásos feszültséghatárok között egyenest kapunk. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy ha azonos a feszültség és az anyagminőség, akkor a következő egyenlettel határozható meg a hőmérséklet és a szakadásig eltelt idő összetartozó értéke :

$$T_1(c + \log t_1) = T_2(c + \log t_2), \text{ ahol}$$

t_1 a szakadási idő T_1 hőmérsékleten, t_2 pedig a szakadási idő T_2 hőmérsékleten.

Így szerintük lehetővé válik az időleges szilárdság rövid idő alatt nagyobb hőmérsékleten való meghatározása.

A Larson—Miller-eljárás ellen szól, hogy az aktiválási energia nem állandó, hanem az idővel arányosan növekszik [30], továbbá, hogy az aktiválási energia a feszültség függvénye [2]. A kísérletek csak részben igazolják a módszer helyességét. Pl. *Schinn* és *Ruttmann* [17] nagyszámú kísérlet alapján megállapította, hogy a számított értékek —13, illetve +41%-kal térnek el a mértektől. *Krisch* vizsgálatai szerint a számított és mért értékek közötti hiba legtöbb esetben nem haladja meg a 15%-ot, viszont előfordult 35%-os eltérés is [31]. Hasonló tapasztalatokról számolnak be mások is.

Nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk, hogy az említett esetekben az extrapolálást 1000 és 10 000 óráról 50 vagy 100 C°-kal kisebb hőmérsékletre végezték. Ha megfontoljuk, hogy a kiindulási adatok szórása is legalább ±10%, sőt 1000 órás vizsgálatkor még sokkal több is lehet, acélok tájékoztató minősítésére az eljárás alkalmasnak mondható. Minthogy a kúszás mechanizmusa csak szűk hőmérséklet- és feszültséghatárok között tekinthető változatlannak, adott acélminőségre bizonyos hőmérsékleten meghatározott c-állandóval csak szűkebb hőmérséklet-közön, pl. 25 C°-on belül lehet nagy valószínűséggel extrapolálni.

Összehasonlító kísérletek alapján megállapították, hogy a kísérleti idő kezdetén 100—1000 óra között az eredmények szórási sávja jóval szélesebb mint a vizsgálat további szakaszában (pl. 3000 óra fölött). Ennek egyik oka a vizsgálat kísérő körülményeiben rejlik, mint pl. megmunkálás (köszörülés, esztergálás), exentrikus terhelés, kísérlet kezdete előtti hőntartás stb. [32]. Ezek a hatások 3000—5000 óra között nagyjából megszűnnek és a tartósszilárdsági értékek csak ennyi idő után válnak jellemzővé.

Ezek a tapasztalatok arra figyelmeztetnek, hogy néhány száz órás kísérlet alapján exrapolálni igen veszélyes, és hogy legalább 3000 órás vizsgálati eredményt szabad csak az extrapolálás alapjául venni.

A kérdéssel kapcsolatban figyelemre méltó *Schinn* és *Ruttmann* tanulmánya [17]. E szerzők nagyszámú kísérlet alapján arra a meggyőződésre jutottak, hogy az 1000 órás kísérletek eredményeinek szórási értéke akkora, aminek alapján nem lehet gazdaságosan méretezni. Csak 10 000 órás vizsgálatokból lehet elfogadható pontossággal következtetni 25 000 órás értékekre, de még akkor is aránylag nagy eltérésekkel kell számolni.

A Larson—Miller-eljáráson kívül több extrapoláló módszer is ismeretes, de az eddigi tapasztalatok alapján ezek sem bizonyultak megbízhatóbbnak.

Még mindig nyitott kérdés, hogy extrapolálni egyáltalában lehet-e és ha igen, milyen pontossággal. Az erre vonatkozó vélemények rendkívül eltérőek. Megítélésünk szerint rövidített eljárásokkal nem határozhatók meg teljes pontossággal az ötvözetek és fémek tartósszilárdsági tulajdonságai. Bizonyos következtetések ugyan levonhatók a rövidített vizsgálatok alapján is, ezek azonban nem helyettesítik a hosszútartamú kísérleteket. Minthogy a kísérleti eredmények szórása is meglehetősen nagy, kevés adag hosszútartamú vizsgálata egymagában még nem elegendő. Ezért feltétlenül szükséges nagyszámú rövidített kísérlet is, amelyek alapján már nagyobb valószínűséggel lehet extrapolálni.

Összefoglalás

A tanulmány célja a gépszerkesztésben és anyagismeretben általában jártas, de e kérdéssel egyébként nem foglalkozó szakemberek tájékoztatása a kúszás jelentőségéről és problémáiról.

A rendelkezésre álló szakirodalomból leszűrt következtetések az alábbiakban foglalhatók össze : a kúszás összetett folyamat, amely az anyagminőségtől, hőkezeléstől, hőmérséklettől, igénybevételtől, a kísérleti, illetve üzemi körülményektől függ s az ötvözet mikro- és maroszerkezetének megváltoztatásával jár.

Megállapították, hogy a tartósszilárdsági tulajdonságokat elsősorban a Mo- és a V-ötvözés módosítja kedvezően, a Cr és W, valamint a Ni hatása csak közvetett. Fontos szerepe van a hőkezelésnek is : a nagyobb szilárdságra nemesített ferrites acélok kezdetben lassabban kúsznak, néhány ezer óra után azonban a kúszás sebessége rohamosan nő és meghaladja a lágyabbra nemesített acélét. A nem kellő mértékben megeresztett acélok ezen túlmenően néhány ezer óra után erősen el is ridegednek.

Az ingadozó hőmérséklet rontja a szilárdsági tulajdonságokat, mégpedig a hőmérsékletváltozás sebességének, illetve a hőfokgrádiensek függvényében. A bemetszett próbatestek a ridegedés mértékét érzékenyen mutatják, a tartósan szívós állapotban maradó acélok időleges szilárdsága sima és bemetszett próbatesten mérve nagyjából azonos ; a ridegedő ötvözetek bemetszett próbái jóval kisebb terheléskor elszakadnak. A kísérlet, vagy üzem közben fellépő igénybevétel-megszakítások nem módosítják a kúszás folyamatát.

Rövidített vizsgálatokkal statisztikusan lehet következtetni az acél várható tartósszilárdsági tulajdonságira, azonban ezek a hosszú tartamú kísérleteket nem helyettesítik. Az egyes acélokkal bizonyos körülmények között végzett vizsgálatok eredményei nem általánosíthatók, tehát nem vo-

natkoztathatók lényegesen más körülményekre, vagy összetételre ; ezt extrapoláskor is figyelembe kell venni.

IRODALOM

[1] *Siegfried, W.:* Schweiz. Arch· angew. Wiss. Techn. 9 (1943), 1. o.
[2] *Mott, N. F.:* A discussion of some models of the rate-determining process in creep. Creep and fracture of metals at high temperatures. Proceedings of a Symposium held by the National Physical Laboratory, 31 May-2. June 1954. London 1956. 21. o.
[3] *Bordoni, P. G.:* J. Acoust. Soc. Amer. 26 (1954) 495. o.
[4] *Bordoni, P. G.:* Supp. Nuovo Ciments, 17 (1960), 43, o.
[5] *Bueren, H. G.:* Imperfections in Crystals, Nord-Holland Publ. Co. Amsterdam (1960).
[6] *Mason, W. P.:* Physical Acoustics and the Properties of Solids, Van Nostrand, Co, Princeton (1958)
[7] *Siegfried, W.:* Analyse termodinamique des essais de maintien prolongé sous tension. Mém. Scient. de la Rev. Mét. 49 (1962) 501. o.
[8] *Dorn, J. E.:* Some fundamental experiment on high-temperature creep (lásd [2], 89. o.).
[9] *Constant, A.—Delbart, D.:* Basic Principles of a Creep-Resisting Alloy (lásd [2], 191. o.).
[10] *Thum, A—Richard, K.:* 100 000 -*h*- Zeitstandversuche bei 500° an Stählen verschiedener Zusammensetzung. Arch. Einsenhüttenwes. 28. o. (1957) 235.
[11] *Brandt, H. G.:* Einfluss von Legierungselementen und Wärmebehandlung auf die Zeitstandfestigkeit ferritischer, warmfester Stähle. Schweizer Archiv. 27. (1961), 344. o.
[12] *Holdt, H—Grün, P.:* Ergebnisse der Zeitstandversuche an ferritischen Maschienenbau-Stählen. Arch. Eisenhüttenwes. 28. (1957), 269. o.
[13] *Zschokke, H.:* Die Streung der Messergebnisse bei Zeitstandversuche an warmfesten Stählen, Brown-Boveri Mitt. 40 (1953), 199. o.
[14] *Pluhar, J.:* Arch. Eisenhüttenwes. 28. (1957), 715. o.
[15] *Bettziehe, P.:* Arch. Eisenhüttenwes. 28. (1957), 715. o.
[16] *Bihet, O. L.:* Arch. Eisenhüttenwes. 28. (1957), 715. o.
[17] *Schinn, R.—Ruttmann, W.:* Verhalten warmfester Stähle im Langzeit-Stand-Versuch bei 500—700 C°. Einige vorläufige Folgerungen. Arch. Eisenhüttenwes. 28. (1957), 317. o.
[18] *Eder, F.:* Moderne Messmethode der Physik. Deutsche Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1956.
[19] *Röpke, W.D.:* Das Verhalten warmfester ferritischer Stähle im Zeitstandversuch bei wechselnden Temperaturen. Arch. Eisenhüttenwes. 34. (1963), 159. o.
[20] *Girifalco, L. A.—Grimos, H. H.:* NACA Technical Note 4408. Washington (1948).
[21] *Houdremont, E.:* Stahl u. Eisen, 59. (1939), 1. o.
[22] *Siebel, E.—Wellinger, K.:* Arch. Eisenhüttenwes. 12. (1938—39), 394. o.
[23] *Thum, A.—Richard, K.:* Arch. Eisenhüttenwes. 13. (1939), 387. o.
[24] *Snoek, J. L.:* New Developments in Ferromagnetic Materials, Elsevire, Amsterdam (1947).
[25] Symposium on effect of cyclic heating and stressing on metals at elevated temperatures. ASTM, Philadelphia (1954).
[26] *Pomp A.—Krisch. A :* Mitt. K.—Wilh.—Inst. Eisenforsch. 20. (1938), 247. o.
[27] *Bungardt, K.*—stb.: Rückdehnungsuntersuchungen an einem Stahl mit 12% Cr und 1% Mo. Arch. Eisenhüttenwes. 29. (1958), 415. o.
[28] *Cottrell, A. H.:* Dislocations and Plastic Flow in Crystals. Oxford (1953), 39. o.
[29] *Larson, F. R.—Miller, J.:* A Time-Temperature Relationship for Rupture and Creep Stresses.T. ASME, 1952. July, 765. o.
[30] *Krüger, G.:* Auswertung der Ergebnisse von Langzeit-Standversuchen, Arch. Eisenhüttenwes. (1957), 690. o.
[31] *Krisch, A.:* Auswertung der Ergebnisse von Langzeit-Standversuchen, Arch. Eisenhüttenwes. (1957), 690, o.
[32] *Reiner, H.:* Versuchseinrichtungen und Versuchsdurchführung. Arch. Eisenhüttenwes. (1957), 247. o.

Egyesületi hír

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya június 29-én vezetőségi ülést tartott.

Az ülésen részt vettek *Pilter Pál* szakosztályi elnök, *Szeless László*, szakosztályi alelnök, *Gruber Imre* szakosztályi titkár, *Árkos Frigyes*, *Claus Alajos*, *Felföldi Zoltán*, *Latinák István*, *Mácsay József*, *Mester István*, *Pőcze László*, *dr. Sövegjártó János*, *Szőke László*, *Szűcs Endre* vezetőségi tagok, *Bajzáth András*, *Csépe Ferenc*, *Horváth Gyula*, *Kovács Dezső*, *Sztehlik László* csoporttitkárok.

Pilter Pál elnök üdvözölte a megjelenteket s a szót *Mester Istvánnak* adta át, ki az első napirendi pont anyagáról számolt be. A tárgya a Tűzálló Szakcsoport munkájának vizsgálata volt. A beszámolót a vezetőség részletesen megvizsgálta s megállapította, hogy félreértés van a tűzállósok között elterjedve. Az egyesület nem kívánja a keramikusokat a szakmájuktól elvonni, hanem a kohászat tűzálló igényeit kielégítő tűzállótéglagyárak mérnökeit a jobb kohászati ellátás érdekében közelebb kívánja hozni s ez elsősorban az egyesületünk tűzálló tagozatán belül biztosítható. Megnyugvással vette a vezetőség tudomásul, hogy *Mátyus* a tagozat vezetője a tűzállóipar szakembereit lelkesebben fogja összefogni a közös cél érdekében, a vidékieket is jobban bekapcsolja a munkába. A tagozatnak *dr. Sövegjártó János* vezetőségi tag segítséget fog nyújtani.

A tárgyhoz értékesen szóltak hozzá *Felföldi Zoltán*, *Sövegjártó János*, *Szeless László*, *Árkos Frigyes*, *Mácsai József*, *Horváth Gyula*.

Pilter Pál elnök a vizsgálatért *Mester Istvánnak*, *Pőcze Lászlónak* és *Horváth Gyulának* köszönetét fejezte ki. Egyúttal megkérte *Mester Istvánt*, hogy a gépész tagozat munkáját következő feladatként vizsgálja meg.

A következő napirendben *Bajzáth András* beszámolt a metallurgus konferencia szervezésének helyzetéről s javasolta annak 1965 májusára való elhalasztását. Helyette szeptemberben meg lehetne tartani az eltolódott automatika konferenciát.

A vezetőség a jelentést és a javaslatot elfogadta.

A harmadik napirendi pontban az egyes vidéki csoportok titkárai részletesen beszámoltak a csoportok első félévi munkáiról, az előadásokról, a tagszervezésről, klubnapokról, tehát az egyesületi életről. A csoportbeszámoló keretében *Latinák István* ismertette a keletnémet tanulmányút lezajlását s eredményét. *Pőcze László* az Anyagvizsgáló Napok rendkívül sikeres eredményeiről szólt, majd ismertette a külföldi tanulmányutak történetét s jövő terveit.

Ezután *Árkos Frigyes* ismertette az Anyagmozgatási szakcsoport szervezésének kezdeti lépéseit. *Szűcs Endre* közölte a francia előadó által tartandó korszerű szalaggyártás előadás helyzetét, *Gruber Imre* pedig egy német előadás tartását jelentette be.

Végül a vezetőség átvizsgálta a tagfelvételi kérelmeket, melyek közül 64 jelentkező tagfelvételét fogadta el.

Ezután *Pilter Pál* elnök a jelentéseket, valamint az élénk részvételt megköszönve az ülést berekesztette.

Á. F.

Újabb adatok az oszcillometriás titrálásokhoz

IV.

AZ OSZCILLOMETRIA ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE AZ ALUMINIUMOXID — ALUMINIUMIPARBAN*

Prof. BELLOMO, A.—MARSALA, V.—KLUG O.
(A Messinai Egyetem Ált. és Szervetlen Kémiai Intézete, Messina és a Fémipari Kutató Intézet, Budapest)

DK 669.71: 537.725: 545.2

Az alumíniumoxid- és alumíniumipar üzemi laboratóriumaiban használatos alumínium-meghatározási módszerek részint súly szerinti elemzésen [6] [9] [20], részint a komplex-képződéses titráláson alapszanak [16][17]. Műszeres alumíniumelemzést eddig keveset használtak. Dolgozatunkban éppen ezért összefoglalva ismertetjük az alumínium térfogatos meghatározására kidolgozott oszcillometriás mérésmódszereinket.

A szakirodalomban aránylag kevés közleményt találunk az alumínium oszcillometriás titrálására. Ezek közül időrendben *Goto* közleménye volt az első [7]. A leírt módszer szerint oximmal közvetlenül titrálta az alumíniumot. *Bellomo* és *Bruno* [1], [2] [4] részben alkalimetriás, ill. acidimetriás, részben komplexometriás meghatározást használtak. *Pungor* és *Zapp* [13]–[15], [21] méréseikben indirekt titrálást végeztek. Az alumíniumot feles mennyiségű $Ba(OH)_2$-dal reagáltatták és a reagens feleslegét ecetsavval visszatitrálták. Ugyanakkor végeztek néhány komplexometriás mérést is [21] az alumínium EDTA-komplexének vizsgálatára és a titrálás pH-tól való függésének megállapítására. Az Al^{3+} lúgos titrálásának és az idegen elektrolit hatásának elméletét — oszcillometriás mérésekre — tárgyalta *Cruse* [5]. Ezeken kívül *Singh* is közölt méréseket [18] [19] etalonos oldatban o-oxikinolin reagenssel végzett alumíniumtitrálásra. Megállapította, hogy a mérésekhez az 5,5—6,2 közötti p_H-tartomány a legmegfelelőbb és ekkor 1:3 arányú komplex képződik.

Az oszcillometria előnyeiről más analitikai módszerekkel szemben még különböznek a nézetek, egy azonban megállapítható, az ti., hogy e módszert éppen különleges sajátságai folytán (amelyekről a korszerű elektrokémiai tankönyvek is írnak [8][11]) csapadékos oldatok vagy szuszpenziók vizsgálatához igen előnyösen használhatjuk. A módszer, ha a készülék működési viszonyait jól ismerjük, igen érzékeny. Azok a nehézségek, amelyek miatt e módszert néha ellenzik, az elmélet és a készülék technika alapos ismeretének birtokában könnyen áthidalhatók.

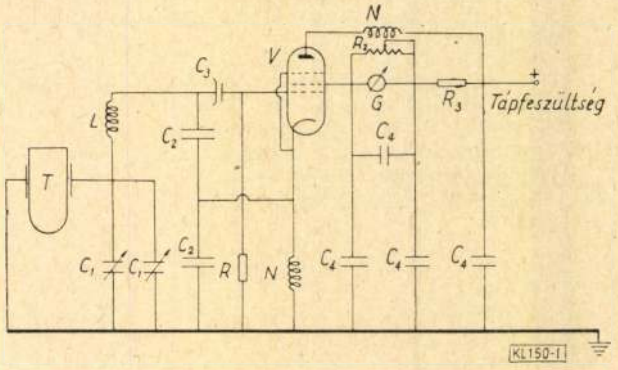
Kísérleti rész

1. Készülékek és reagensek

Az alább ismertetett elemzésekhez nagyrészt laboratóriumi kutatási célra kidolgozott oszcillométereket használtunk [3], amelyek feszültség-, illetve árammérési elven működtek. Ugyanilyen készülékkel, azonban frekvenciamérést használva, még jobb eredmények érhetők el. A kísérletekhez sorozatban készült (gyári) oszcillométerek is használhatók, így a magyar gyártmányú Pungor-féle készülékkel is végeztünk méréseket [12]. Valamennyi készülékkel szemben a legfontosabb követelmény, hogy könnyen kezelhető, érzékeny és frekvencia-stabilis legyen. A legtöbb készülék—így ECO, Huth—Kühn és Clapp-oszcillátoros műszereink is — írószerkezettel összekapcsolható, tehát a diagramon a titráló reagens mennyisége azonnal leolvasható és az oldat alumíniumtartalma megállapítható.

Készülékeink közül az eddig legkevésbé ismertetett típust az alábbiakban mutatjuk be:

Az oszcillométer Clapp-oszcillátorral 4,5 MHz frekvencián működött. A cellát tartalmazó rezgőkör a 6AC7-es pentóda vezérlő rácsához csatlakozott *(1. ábra)*. A rezgőkörben bekövetkező változásokat az árnyékolórács áramváltozásával, a rácskörbe kapcsolt galvanométer segítségével indikáltuk. Az oszcillátor szerkesztésekor a minimális méretek elérésére törekedtünk: 12×8×6 cm-es dobozba építettük be a készüléket, amely egyúttal az árnyékolást is biztosította. Az oszcillométer 40, 100 és 150 ml-es kapacitív cellával működött.



1. ábra. A Clapp-oszcillátoros titriméter kapcsolási rajza

C_1 forgókondenzátor, 50 pF, C_2 Kerámiai kondenzátor 800 pF ± 1%, C_3 elektrolit kondenzátor 100 pF, C_4 kerámiai kondenzátor 10 nF, G galvanométer (indikátor), L indukciós tekercs, 4,5 MHz-re, N nagyfrekvenciás fojtótekercs, R_1 ellenállás 50 kΩ, R_2 potenciométer 200 Ω, R_3 ellenállás 5 kΩ, T titráló cella (kapacitív típusú), V AC7-es pentóda

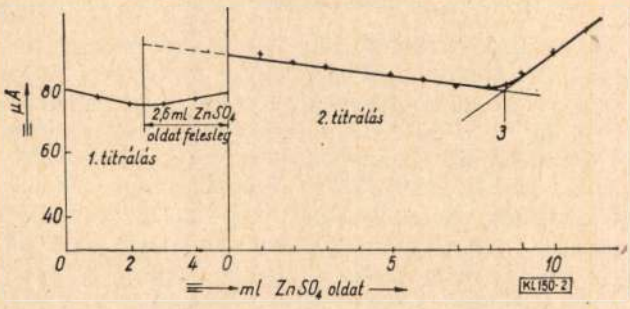
A felhasznált reagensek 0,1, ill. 0,01 molos KOH, EDTA és $ZnSO_4$ oldatok voltak, Merck p.a. minőségű vegyszerekből készítve; az oldatokat műanyag edényekben tároltuk. Az EDTA oldat faktorát 8—10 naponként $NiSO_4$, ill. $CuSO_4$ mérőoldatokkal ellenőriztük. A KOH oldatot előírás szerint karbonátmentesen készítettük el és zárt automata mikrobürettában tároltuk.

Mind a közvetlen, mind a közvetett titrálásra más csapadékos és komplexképző reakciók is használhatók, de érzékenységi szempontból célszerű a közvetlen titrálást előnyben részesíteni.

* III. rész: Az Acta Chim. Acad. Sci. Hung. c. folyóiratban ajtó alatt.

2. Alumíniumtartalmú szilikátok alumíniumtartalmának meghatározása

E szilikátok titrálását komplexometriásan végeztük. A tözsoldatokhoz 1 g mintát 1:1:1,5 arányú HCl: HNO_3: H_2SO_4 (1:1 hígítású) saveleggyel digerálva szárazra pároltunk, majd a maradékot kevés kénsavval felvéve a SiO_2-t szűréssel eltávolítottuk. Ezután a szűrletet 500 ml-es mérőlombikban desztillált vízzel jelig töltöttük [10]. A törzsoldat tetszőleges részéből (10—50 ml) végeztük a meghatározást. Előbb 30—40 ml 0,1 molos EDTA oldatot adtunk a kivett törzsoldathoz, néhány percig forraltuk és a pH-t acetátos puffer-oldattal 5,8-ra állítottuk be. Ezután a felesleges EDTA-t 0,1 molos $ZnSO_4$ mérőoldattal titráltuk vissza, nagyfrekvenciás végpontjelzéssel, majd 10%-os NaF oldattal a Ti-t leválasztottuk és az oldatot ismét $ZnSO_4$ oldattal, célszerűen melegen, megtitráltuk. A második titrálás végpontja felel meg az alumíniumtartalom megtitrálásának. Ügyelni kell arra, hogy az első titrálás egyenértékpontja után esetleg feleslegben hozzáadott $ZnSO_4$ mérőoldat ml-számát a második végponthoz szükséges ml-ekhez hozzá kell adni, mert az első már eleve reagált a felszabaduló EDTA-val. A titrálási görbe ilyen módon két részből tevődik össze, amely görbének a második szakasza felel meg az alumínium mennyiségének



2. ábra. Szilikátos kőzet alumínium-tartalmának titrálási görbéje (0,1 mólos ZNSO$_4$ mérőoldattal)

1. titrálás (Na_2 EDTA felesleg), 2. titrálás (Az Al^{3+} mérése), 3 egyenértékpont Al-ra (8,4 + 2,6 ml $ZnSO_4$)

(2. ábra). Az aránylag nagy idegen elektrolit (pufferek) jelenléte miatt a titrálás végpontja nem éles törésként jelentkezik, hanem görbeszakaszátmenettel folytatódik a $ZnSO_4$ felesleg irányában.

1. táblázat

Néhány alumíniumtartalmú szilikát Al_2O_3-tartalmának meghatározása

Jelzés	Al_2O_3 %		Eltérés* rel. %
	Oszcillometriásan	Indikátorral**	
B-7	13,71	13,52	+1,39
B-3	17,06	17,21	—0,87
B-5	20,48	20,74	—1,26
B-6	22,33	22,20	+0,59
B-1	26,04	25,88	+0,80

* Az indikátoros méréshez viszonyítva
** Indikátorként vanádiumkomplexonátot használtunk

Számos szilikát-vizsgálatot végeztünk e módszerrel, és amint az *1. táblázat* mutatja, elég jó egyezést tapasztaltunk az indikátoros méréssel. Az eltérés átlagosan ±1%, amely különbség az aránylag nagy idegen elektrolit jelenlétének tulajdonítható.

3. Alumínium ötvözetek elemzése

Az általunk vizsgált ötvözetek fő alkotóként az alumíniumon kivül rezet, magnéziumot, mangánt és cinket tartalmaztak. Az elemzett ötvözetek összetételét és márka-elnevezéseit a *2. táblázatban* mutatjuk be.

Az ötvözeteket elemzés — elsősorban bemérés — szempontjából három csoportba soroltuk. Az egyes csoportok elemzési menetét az alábbiakban ismertetjük.

3.1. Al-Cu-Mg ötvözetek (Al-tartalom 90% felett)

Az ötvözetből 1,5 g-ot mértünk be, s főzőpohárban híg H_2SO_4-HNO_3 elegyben melegen oldottuk, majd forraltuk és néhány ml 1 : 1 hígítású H_2O_2-t adtunk hozzá. Ezek után óvatosan felmelegített 1 molos KOH oldatot csepegtettünk lassan az oldatba. Ekkor a $Cu(OH)_2$ és $Mg(OH)_2$ levált ($K_{ps} = 1{,}2 \cdot 10^{-11}$), míg az alumínium először kivált, majd a lúg feleslegében aluminátként visszaoldódott. A csapadékot leszűrtük, mostuk, a szűrlethez pedig lassan 1 : 1 HCl-t adtunk. Az $Al(OH)_3$ újra levált és a sav feleslegében ismét oldódott. Az újraoldódás után néhány gramm NH_4Cl-t és néhány csepp 1 : 1 NH_4OH-t adtunk hozzá, ügyelve, hogy $Al(OH)_3$ csapadék ne váljon ki.

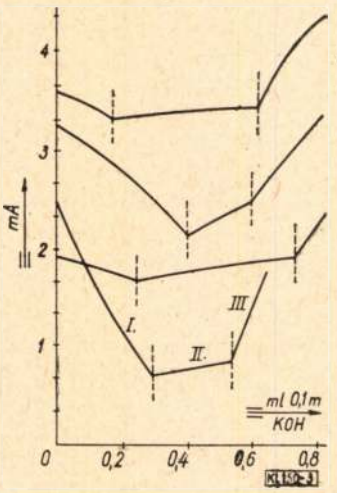
A vizsgált alumínium ötvözetek összetétele *2. táblázat*

Jelzés	Összetétel %-ban							Angol elnevezés
	Al	Cu	Mg	Mn	Zn	Fe	Si	
I—1	95	5						Lynite, body alloy
I—2	92	7,3—11	+			+		Lynite 122
I—3	90	7,8			1,5	1,3		Lynite, crank case
I—4	89	10,5	0,5					Lynite piston
I—5	99	0,06			0,1	0,4	0,4	Zeppelin braces
I—6	90		10					Magnalium
II—1	95	4,2		0,6		0,4	0,5	Zeppelin rod
II—2	94	4	0,5	0,5				
II—3	98			1,25				Al-Alloy 3-S
III—1	6— 8		92—94	0,2—1	0,2—1			Dowmetal
III—2	8—10		89—92	0,2—1	0,2—1			Dowmetal

Ezt az oldatot annyira felhígítottuk, hogy az Al-koncentráció 0,01—0,05 mol között legyen. Az oldat pH-ja a hígítástól függött, általában 1 körül volt. Ez a savasság az $AlCl_3$ hidrolízisének megakadályozása miatt is szükséges.

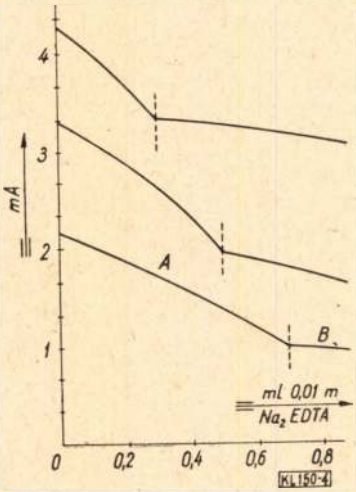
A fenti módon elkészített oldat tetszőleges részét vittük a titráló cellába. Desztillált vízzel kb. 100 ml-re hígítva a titrálást közvetlenül, 0,1 molos KOH, illetve — az Al-koncentrációtól függően — 0,1 v. 0,01 molos EDTA oldattal végeztük. Az oldat pH-ja a titráláskor 3,5 körül volt, ami az alumíniumkomplex képzéséhez is szükséges.

A titráláshoz kivett Al^{3+}-oldat mennyisége a használt oszcillométertől függött. Az adott cellával kapcsolt oszcillométer optimális érzékenységi koncentrációjának ismeretében μg/ml koncentrációkig tudtuk a titrálást nagy pontossággal elvégezni.



3. ábra. Tipikus alkalimetriás alumínium-titrálási görbék savas oldatból kiindulva.

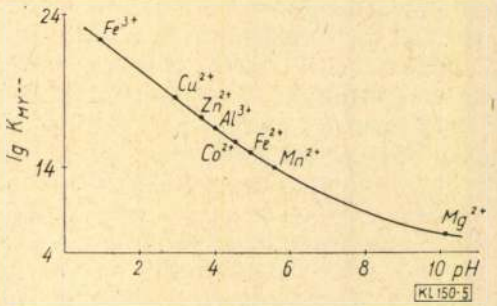
Az alkalimetriás titrálás görbéjét a *3. ábrán* mutatjuk be. A titrálás során több reakció zajlik le. A feleslegben levő sav meghatározása (I. görbeág): sav-bázis titrálás. További lúgmérőoldat hozzáadására megindul az izopolibázis képződése, amely több reakció során jut el az $Al(OH)_3$ leválásához (II. görbeág). A mérőoldat további adagolásakor a csapadék aluminátként oldódik (III. görbeág), amely folyamat befejezése után a lúgfelesleg vezetőképességének változása jelentkezik. (Az ilyen jellegű titrálási görbéket részletesen *Zapp* tanulmányozta [13]).



4. ábra. Tipikus komplexometriás alumínium-titrálási görbék $p_H = 3.5$-en

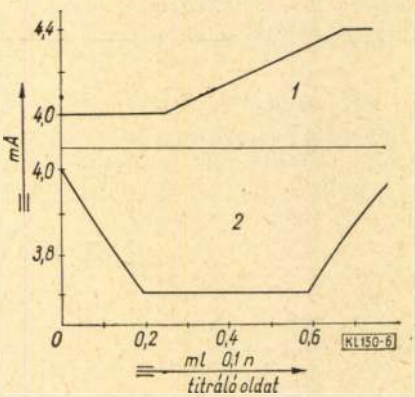
A *4. ábrán* a komplexometriás titrálás görbéi láthatók. Az első szakasz *A* az alumínium-komplex képződéséből adódó vezetőképesség-változást mutatja, a második *B* pedig az EDTA feleslegnek felel meg.

A titrálás előtt az Al-Cu elválasztás feltétlenül szükséges volt, ha a komplexometriás titrálást használtuk. Az Al^{3+} és Cu^{2+} komplex képződésének p_H-ja ugyanis egymáshoz közel esik *(5. ábra)*.



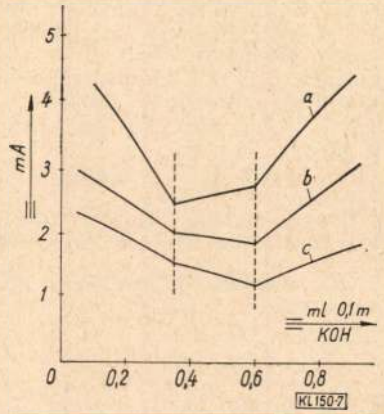
5. ábra. Néhány kation p_H, amelyen EDTA-val komplexet képez, és amelyek a titrálás szempontjából a legmegfelelőbbek

A Mg^{2+} jelenléte, mivel a komplex képződés csak pH-10-en indul meg [1][2], kevésbé zavaró. A nagyobb mennyiségben jelenlevő idegen elektrolit (Mg^{2+}) koncentráció-hatása miatt ez esetben a titrálási görbe ellaposodik, az érzékenység csökken és az egyenértékpont helyzete nem világos. Ugyanilyen jelenség lépett fel, ha az aluminát oldatot közvetlenül H_2SO_4 oldattal akartuk titrálni [1]. Ennek oka ez utóbbi esetben a kivált Al^{3+} ionokkal egyenértékben felszabaduló K_2SO_4 — idegen elektrolit — jelenléte *(6. ábra)*.



6. ábra. Az idegen (indifferens) elektrolit hatása alumínium titrálásakor
1 = titrálás H_2SO_4-val, a titrálás során keletkező K_2SO_4 jelenlétében,
2 = titrálás KOH-al, idegen elektrolit nem keletkezik

Tanácsos leválasztani azokat az ionokat is, amelyek az ötvözetben kisebb százalékban fordulnak elő (Mn^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+} stb.), de oldatba kerülve az Al^{3+}-hoz közel eső p_H-n képeznek EDTA-val komplexet (5. ábra).



7. ábra. A reakcióban részt nem vevő KCl elektrolit hatása a görbe alakjára
a 6 mg KCl, *b* 12 mg KCl, *c* 20 mg KCl

A Cl^--ionok, ill. KCl jelenléte által okozott hatást a *7. ábra* szemlélteti. Világosan látható az idegen elektrolit hatására bekövetkező *laposodás*. A görbeszakaszok által bezárt szög a KCl (idegen elektrolit) mennyiségének növekedtével csökken (bár az Al^{3+}-oldat koncentrációja mindhárom esetben azonos volt).

3.2. Mangántartalmú ötvözetek (Al-tartalom kb. 98%)

A meghatározási módszer lényegében a *3.1* alatt leírtakkal azonos volt, csupán a törzsoldat készítése tért el az előbbi eljárástól. 1 g ötvözetet mértünk be, híg HCl-ben v. H_2SO_4-ben oldottuk és NH_4Cl jelenlétében NH_4OH-val az $Al(OH)_3$-t leválasztottuk. Az oldatot az NH_4Cl-lel úgy kellett pH-= 7—7,5-re pufferolni, hogy a $Mn(OH)_2$ ne váljon ki. A törzsoldat további elkészítése már azonos volt a fentebb leírtakkal.

Mivel az előbbiekben leírt eljárás nehézkes, az Al-Mn elválasztást frakcionált lecsapással is elvégeztük oly módon, hogy a pH változását Na-acetát adagolással értük el. Az $Al(OH)_3$ leválása ugyanis már pH = 3,5-en megindul és 6,5-en befejeződik, e pH-n azonban a $Mn(OH)_2$ még nem válik ki. Mégis tanácsos — a csapadék nagy térfogata és adszorpcióképessége miatt — kétszeres elválasztást (lecsapást) végezni.

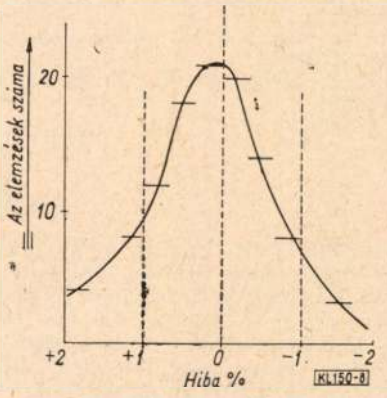
3.3. Al-Mg-Mn-Zn ötvözetek

(Al-tartalom 3—10%, Mg-tartalom 93%-ig)

A kisebb alumíniumtartalom miatt ebben az esetben nagyobb bemérésből indultunk ki: 10 g fémet oldottunk híg H_2SO_4-ben, ill. HCl-ben. Az Al^{3+}-t ismét NH_4Cl jelenlétében kétszeres NH_4OH-s lecsapással választottuk el a többi kationtól, a csapadékot HCl-ben oldva készítettük el a törzsoldatot és a *3.1.* alatt leírt módon végeztük a titrálást.

4. A módszerek pontossága és időszükséglete

A bemutatott eljárások ipari elemzésekre elegendően pontosak. Bár összehasonlító eredményeket csak a szilikát elemzésére mutattunk be, hasonló eltéréseket tapasztaltunk az ötvözetek elemzésekor is, azaz a hiba átlagosan ±1% körül ingadozik. Az átlagos hiba és az elemzések száma közötti összefüggést a *8. ábrán* mutatjuk be. A görbét oszcillometriás titrálásaink méréseiből szerkesztettük meg. Jól látható, hogy aránylag kisszámú mérés elvégzésekor az átlagos hiba már ±1% alá csökken.



8. ábra. Az átlagos hiba eloszlási görbéje a végzett elemzések számának függvényében oszcillometriás alumínium-titrálások során

Időszükséglet szempontjából a kémiai feldolgozás, azaz a törzsoldatkészítés veszi igénybe a legtöbb időt, a titrálás maga gyorsan elvégezhető. A titrálás során képződő csapadék a mérést nem zavarja, úgyszintén az elektródok sem szennyeződnek a titrálás alatt, ezeket nem kell esetenként kiemelni és tisztítani, így — a *hagyományos* konduktometriával szemben — további időmegtakarítást jelent az oszcillometria. A módszer — különösen regisztráló oszcillométer használatakor — sorozatelemzésekre alkalmas.

Összefoglalás

Az oszcillometriás titrálás előnyösen használható alumínium meghatározására mind KOH-val, mind EDTA-val végezve a titrálást. A mérések optimális körülményeinek meghatározásakor a pH beállításán kívül figyelemmel kell lenni a készülék érzékenységi tartományára és az oldatbeli idegen, indifferens elektrolit hatására. Mindezek figyelembevételével egyes készülékekkel µg/ml nagyságrendű alumínium-koncentrációkig ±1% pontossággal elvégezhető a titrálás. Mivel a titrálás gyors, érzékeny és pontos, sorozatelemzésekre is alkalmas.

IRODALOM

[1] *Bellomo, A.:* Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat., *4.* 93. (1958).
[2] *Bellomo, A.—Bruno, E.:* Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat., *5.* 327. (1959).
[3] *Bellomo, A.—Bruno, E.:* Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat., *3.* 41. (1957).
[4] *Bruno, E.:* Rassegna Chim. *14.* 137. (1962).
[5] *Cruse, K.—Nettesheim, G.:* Z. anal. Chem. *152.* 19. (1956).
[6] *Erdey L.,:* A kémiai elemzés súly szerinti módszerei. II. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.
[7] *Goto, H.—Hirayama, T.:* Sci. Repts. Research Inst. Tohoku Univ., *A6.* 224. (1954).
[8] *Milazzo, G.:* Electrochemistry. Elsevier Publ., Amsterdam, 1963.

[9] *Müller, G. O.:* Praktikum der quantitativen chemischen Analyse. 3. kiadás. Hirzel Verlag, Leipzig, 1954.
[10] *Posgay Gy.-né—Zsindely S.—Zombory L.:* Egységes vegyvizsgálati módszerek timföldgyárak és bauxitbányák laboratóriumai számára. I. kötet. Kézirat. Budapest, 1962.
[11] *Potter, E. C.:* Electrochemistry. Cleaver & Hume, London, 1961.
[12] *Pungor, E.:* Magy. Kém. Folyóirat, *63.* 149. (1957).
[13] *Pungor E.—Zapp E. É.:* Magy. Kém. Folyóirat, *65.* 436. (1959).
[14] *Pungor, E.—Zapp E. É.:* Z. anal. Chem., *171.* 161. (1959).
[15] *Pungor E.—Zapp E. É.:* Ann. Univ. Sci. Budapest. R. Eötvös Nom., Sect. Chim., *2.* 329. (1960).
[16] *Sajó I.:* Komplexometria. 2. kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
[17] *Schwarzenbach, G.:* Die komplexometrische Titration. Enke Verlag, Stuttgart, 1957.
[18] *Singh, D.:* J. Sci. Res. Banaras Hindu Univ., *10.* 152. (1959).
[19] *Singh, D.:* J. Sci. Res. Banaras Hindu Univ., *12.* 26. (1961).
[20] *Wilson, C. L.—Wilson, D. W.:* Comprehensive Analytical Chemistry. Elsevier Publ., Amsterdam, 1959.
[21] *Zapp E. É.:* Kandidátusi értekezés. E. L. T. E., Budapest, 1962.

Egyesületi hírek

Elnökségünk 1964. június 19-én ülést tartott. Jelen voltak: *Szele Mihály, dr. Verő József, dr. Tarján Gusztáv* alelnökök, *Óvári Antal* főtitkár, *Heinrich József, Árkos Frigyes* főszerkesztők, *dr. Pilissy Lajos* szerkesztő, *Benedek Ferenc, Köves Elemér, Pilter Pál, Tamássy István* szakosztályi elnökök, *Gruber Imre, Vörös Árpád,* szakosztályi titkárok, *Csák Tibor* titkár, *Varga Frigyes* főkönyvelő, *Krétay József* meghívott tagtárs.

Dr. Lévárdi Ferenc elnök elfoglaltsága miatt az ülést *Szele Mihály* alelnök vezette.

Szele Mihály üdvözölte a megjelenteket s ismertette a napirendet.

Első napirendi pontot *Óvári Antal* főtitkár beszámolója képezte, mely az 1964. évi II. 26-i elnökségi ülés óta végzett egyesületi munkáról szólt. Az írásbeli anyagon kívül bejelentette, hogy szakosztályközi munkabizottsági ülést tartott, melyen a szakosztályok képviselői jelen voltak.

A beszámoló több pontját megvitatta az elnökség. Így a taglétszám és felvétel irányelveit, az inotai választmányi ülés határozata szerint megalakított Kiadvány Bizottság munkáját. Ezt a pontot az elnökség hosszan vitatta, melynek alapján *Szele Mihály* alelnök leszögezte, hogy az ankétok anyagát lehetőleg előre kell kiadni, esetleg rövidített szöveggel s ezt a résztvevők rendelkezésére kell bocsátani. Az előadások anyagát össze kell szedni s a könyvtár rendelkezésére kell bocsátani. A Kiadvány Bizottság segítsen a szaklapjaink szerkesztő bizottságainak az anyagok összeszedésében, főként a nívós előadásokét s ezzel segítse a lapok nívós cikkellátását. A gyáraink helyi lapjainak szerkesztői is az elhangzott előadások anyagát szaklapjainkhoz juttassák el. A szerkesztő bizottság foglaljon állást, hogy hol jelenjen meg.

A Kiadvány Bizottság ne adjon ki önálló kiadványokat míg azt az elnökség nem szavazza meg.

Az alapszabály módosítás szükségességét is megvitatták, főként a tagfelvétel és tagfegyelem problémáit.

A beszámolónak a vidéki és szakcsoportokról szóló része is részletes megvitatásra került.

A tanulmányutak rendezésével kapcsolatban is az elnökség leszögezte, hogy a résztvevőktől okvetlen tapasztalat és élménybeszámolót kell megkövetelni s a szöveget a könyvtárban kell elhelyezni, klubnap keretében kell előadni s esetleg a szaklapban a nívósabbakat közölni.

Az elnökség vita után elfogadta, hogy a szakcsoportok munkáját a szakosztályok vizsgálják felül s a feladatukat el nem végzőket vagy felélénkítik, vagy meg kell őket szüntetni.

A vitában részt vettek *Köves Elemér, Heinrich József, dr. Tarján Gusztáv, Vörös Árpád, Pilissy Lajos, Csák Tibor, Szele Mihály, dr. Verő József, Óvári Antal, Árkos Frigyes.*

A vezetőség a minden részletre kiterjedő főtitkári beszámolót tudomásul vette.

2. napirendi pontként az Öntödei Szakosztály részéről *Vörös Árpád* titkár beszámolt az Öntőnapok tapasztalatairól. Az Öntödében megjelent beszámolón kívül megemlítette, hogy igen nagy volt a külföldi érdeklődés. Több külföldi lap kérte az előadások anyagának megküldését azzal, hogy ők is szeretnék leközölni. Megemlítette a szervezés egy-két hiányosságát, főként a külföldiek beutazása körül lezajlott bonyodalmakat. Tanulságképpen leszűrte, hogy a beutazás és kiállítás ügyeit a jövőben még előbb kell kezdeni. Az elnökség a Ganz-MÁVAG vezetőinek a nyújtott segítségért köszönetét fejezte ki. A beszámolóhoz *Csák Tibor, Óvári Antal* és *Árkos Frigyes* szólt hozzá.

Ezután áttért *Szele Mihály* alelnök a következő napirendi pontra a „Műszeripari, Híradás és Elektrotechnikai Fémfélgyártmányok Ankétjára".

Erről a napirendi pontról *Krétai József* számolt be részletesen. Különösen kiemelte, hogy a kiállításról a Képzőművészeti Alap is igen elismerően nyilatkozott.

Ezután *Pilter Pál* számolt be a jól sikerült Anyagvizsgáló Napokról. Majd *Óvári Antal* főtitkár az inotai választmányi ülés határozatainak végrehajtását és helyzetét ismertette. Majd a szakosztályok közös rendezvényeiről számolt be. A Selmecbányán a szlovákok által rendezett jubileumi ünnepségről beszélt. Az ünnepségre Elnökségünk három tagját külön is meghívták. Majd az 1964. II. félévi munkatervet ismertette.

Ezután bejelentette, hogy ez évben is az aranydiplomások diploma átadási ünnepén részt fogunk venni s az OMBKE jutalmát át fogják adni egy korábbi elnökségi határozat alapján.

Az elnökség kér az általa is támogatott bányászati bibliográfia jelenlegi helyzetéről tájékoztatást.

Ezután még néhány apróbb adminisztrációs s személyzeti kérdés megvitatása után *Szele Mihály* alelnök megköszönte a részvételt s az ülést bezárta.

Á. F.

A Vaskohászati Szakosztály Kovács szakcsoportja májusi klubnapját a Salgótarjáni Acélárugyárban tartotta. Május 26-án külön autóbusszal utaztak a résztvevők a vállalat Gazdasági Szerárugyárának megtekintésére. Megérkezés után a Technika Házában a gyár vezetősége nevében *Szőcs Gyula* és *Halász Árpád* köszöntötték az érkező kovácsokat, akik rövid előadásból értesültek a gyár történetéről, profiljáról, a gyártási módszerekről és a fejlesztés irányelveiről. Ezt követően 10 fős csoportokra oszlottak a résztvevők és 1—1 helybeli vezető kalauzolásával a Szerárugyártás műhelyeit, valamint a hideghengerművet tekintették meg. Az üzemekben szakszerű magyarázat egészítette ki a sok értékes látnivalót. Majd közös ebéd után a látottak fölött részletes tanácskozás során sok érdekes téma került megvitatásra. A délutáni órákban a vendéglátók szolgálatkész jóvoltából a Salgótarjáni Üveggyárat tekintették meg.

A példás szervezésért és a mintaszerű lebonyolításért a Salgótarjáni Acélárugyár Vezetőségének és Egyesületünk Helyi Csoportjának ezúton is köszönetüket tolmácsolják a hazai kovácsok.

Latinák István

Könyvismertetés

Egy német könyv került a kezembe, melyről érdemes részletesen írni, mert kovácsaink képlékeny alakító kutatóink, mérnökeink figyelmét helyes reá felhívni.

Gentzsch, Gerhard. **Fachbibliographie der Umformtechnik Band 4. Schmieden und Pressen 1957—1961.** Düsseldorf, Michael Triltsch Verlag 1964. 493 old. 1704. irodalmi ismertető. Ára 38 DM.

A világon évenként kb. 14 000 könyv jelenik meg a természettudomány és technika köréből. Ezenkívül szakemberek a legkülönfélébb témákról több ezer szakmai folyóiratban évi 3 milliónál is több dolgozatot írnak, kérdés, hogy a szakemberek ebből a rengeteg anyagból, hogyan tudnak tájékozódni, hogyan találják meg a nekik megfelelőt.

Ebben nyújt a szakmai bibliográfia kitűnő segítséget. A fent említett című kötet ilyen segítséget nyújt a kovács- és sajtoló szakmában, amikor 1704 irodalmi hivatkozást sorol fel, könyvekről, disszertációkról, kutató beszámolókról és tudósításokról, folyóirat cikkekről stb. A témákat a következő szakmából vette a szerző.

Kovácsolás és sajtolás általában
A kovácsolás alapjai
Kovácsdarabok
Az alakító szerszámok szerkesztése
Az anyagok melegítése
Kovácsoló eljárások
Szabadalakító kovácsolás
zömítés
süllyesztékes kovácsolás
acélok s a legkülönfélébb fémek süllyesztékes kovácsolása
osztott süllyesztékes kovácsolás
statikus-dinamikus kovácsolás
vibrátoros kovácsolás
kovácsolás fűtött süllyesztékben
pontos kovácsolás
kovácsoló hengerlés
kalapácsos kovácsolás
finom kovácsolás
hidegzömítés
hidegsajtolás
hidegfolyatás
különleges kovácsoló eljárások
kovácsdarabok hibái
repedések, szakadások
a kovácsolás után következő műveletek
süllyesztékek
kovácsoló gépek
kalapácsok
sajtók
különleges alakító gépek
karbantartás.

Az egyes referátumok szerzőinek nevén kívül a pontos címet németül, angolul és az eredeti nyelven közlik. A pontos forrás megjelölését, szakavatott rövid ismertető követi, melyből a pontos tartalomra lehet következtetni.

A használatot megkönnyíti még egy alfabetikus szerzői és egy részletes tárgymutató, angol és DIN szabvány felsorolás, továbbá egy VDI irányvonal és AWF közlemény ismertető.

A szerző egy részletes használati utasítással és azzal is igyekezett a könyvet hasznossá tenni, hogy a fogalmakat decimál rendszerbe foglalta, mely a tájékozódást rendkívül megkönnyíti.

Külön felsorolja a referált folyóiratokat, melyek között a Kohászati Lapok is helyet kaptak, több cikkünkre való hivatkozás is van.

A képlékeny alakításból a könyv kiadójától már eddig megjelent az 1. kötet „**Drótgyártás és tovább munkálása***, rövidesen megjelenik a 3. kötet a **Lemezgyártás**. Jelenleg még munkában van a 2. kötet **Lemezalakítás** és az 5. kötet **Rúdsajtolás, folyatás.**

A kötet Egyesületünk könyvtárában az érdeklődők rendelkezésére áll, véleményem szerint a kovács- és sajtoló üzemek, valamint a kutató intézeteknek könyvtárából az 1957—1961. éveket felölelő bibliográfia nem hiányozhat.

Á. F.

* Ismertetése megjelent a Kohászati Lapok 1964. évi 5. számban 253. old.

Egyesületi hírek

A salgótarjáni helyi csoport a vezetőség több tagjának eltávozása miatt új, 7 tagú vezetőséget választott. Az új vezetőség egész évre szóló munkaprogramot dolgozott ki, melyben több külső előadóval tartandó szakelőadás és egy csoportos tanulmányi kirándulás is szerepel. Ennek a munkaprogramnak keretében *Tóth Lajos* a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohógéptani Tanszékéről június 4-én jól sikerült előadást tartott „Hideghengerléskor fellépő súrlódási jelenségek" címmel.

Lendvai József

Vaskohászati Szakosztályunk kovács-szakcsoportja évadzáró klubnapját június 30-án 5 órai kezdettel tartotta meg egyesületünk helyiségében. Ez alkalommal a „Korszerű kovácsgépek" című angol film került bemutatásra. A 40 perces színes film főleg a süllyesztékes kovácsolás korszerű melegalakító gépeit szemléltette. Sok kép mutatta be az előalakításhoz jól bevált kovácshenger használatát. Ezekből a képekből a hazai kovácsszakemberek megfigyelhették azt, hogy a nálunk elhanyagolt előalakító kovács-hengerlés milyen nagy termelékenységet biztosít.

A vetítés után *Latinák István* csoporttitkár számolt be a június 18—19-én Berlinben és Wildauban a Német Demokratikus Köztársaságban működő testvéregyesületünk a Gesellschaft Deutscher Berg- und Hüttenleute által rendezett kovácskonferencián elhangzott előadásokról. Röviden tájékoztatást adott a két megtekintett kovácsüzemről is. Az elhangzottakat a konferencián és gyárlátogatáson egyesületünk képviseletében ugyancsak részt vett *Valyuch János* tagtársunk egészítette ki.

Latinák István

Egyesületünk új tagjai
FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Budapest (Központ)
Bartsch Ottó gépészmérnök, ALUTERV
Belán János laborvezető, Csepeli Fémmű
Berkes Imréné technikus, Csepeli Fémmű
Dr. Dworák József főmérnök, KGM
Egervári György gépészmérnök, ALUTERV
Egri László kutatómérnök, Csepeli Fémmű
Eigner Viktor technikus, Csepeli Fémmű
Ernszt Jakab művezető, Csepeli Fémmű
Fehér János csoportvezető, Csepeli Fémmű
Forgács Mária technikus, Csepeli Fémmű
Fülöp Elemér főmérnök, ALUTERV
Gách László felújítási felelős, Csepeli Fémmű
Groma Géza laborvezető, Csepeli Fémmű
Heinemann Zoltánné kohómérnök, Nemesfémvizsg. és Hitelesítő Intézet
Horváth Endre főmérnök, ALUTERV

Horváth Gyula kohómérnök, Fémipari Kutató Intézet
Imre Aladár vegyészmérnök, Fémipari Kutató Intézet
Kalmár Zoltán műszerész, Csepeli Fémmű
Kaposi Gyula technikus, Csepeli Fémmű
Katona Éva kutatómérnök, Csepeli Fémmű
Kelényi Miklós vill. mérnök, ALUTERV
Koltai Veronika technikus, Csepeli Fémmű
Krakler Lászlóné kohómérnök, Csepeli Fémmű
Kreisz József laborvezető, Csepeli Fémmű
Dr. Lichtenberger Endréné tudományos munkatárs, Fémipari Kutató Intézet
Miklauzió István GYEGO vezető, Csepeli Fémmű
Mikó Ernő főkönyvelő, Csepeli Fémmű
Molnár László Dezső előadó, Metallochemia
Mucsy Endre kutatómérnök, Csepeli Fémmű
Nagy Ernő gépészmérnök, ALUTERV
Nagy Zoltán technikus, Csepeli Fémmű
Nagy Zoltánné technikus, Csepeli Fémmű
Ozorai Imre építészmérnök, ALUTERV
Pálffy Dénes áruforg. vezető, Metallochemia
Réfi Oszkó Istvánné műsz. ügyintéző, Fémipari Kutató Intézet
Solymár Károlyné műsz. ügyintéző, ALUTERV
Sváb Ferenc laborvezető, Csepeli Fémmű
Szokop Imre gépészmérnök, Csepeli Fémmű
Tóth Ferenc kohómérnök, Csepeli Fémmű
Tóth László főmérnök, Magyar Alumíniumipari Tröszt
Tóth Vilmos osztályvezető, Csepeli Fémmű
Vitányi Pálné kohómérnök, Fémipari Kutató Intézet
Vörös Gábor vill. mérnök, Kőbányai Könnyűfémmű

Ajkai csoport

Egressy Péter technikus
Ferencz Antalné vegyészmérnök
Horváth Lajos gépészmérnök
Kenessey Zoltán technikus
Kóger Antal technikus
Németh József technikus

Almásfüzítői csoport

Harcsa Gyula gépészmérnök
Herczeg József főművezető
Marosi Mihály vegyészmérnök
Matula Miklós fizikus
Pintér Géza fizikus
Révész László kutatómérnök
Szőke Lajos vegyészmérnök
Toman Antal gépészmérnök
Vizi Árpád gyártmánytervező
Vizi Árpádné adminisztrátor

Inotai csoport

Keller László osztályvezető

Magyaróvári csoport

Horváth Alfonz
Válint Zoltán

Székesfehérvári csoport

Berke Miklós technikus
Csizmadia Lajos gépészmérnök
Farkas Antalné gépészmérnök
Térfalvi László terhnikus

Tatabányai csoport

Békefi Ferenc művezető
Földes Károly technikus
Gyurics István üzemvezető h.
Lendvai Lajos művezető
Musza Kornél gépészmérnök
Pataki Endre műszaki előadó
Pereszteghy Béla üzemvezető
Steiner István vill. mérnök
Vojvoda György csoportvezető

Jyné

Szabadalmi hírek

Megadott szabadalmak

Magyar Lajstrom szám: 151 316. **Kontaktgörgő folyamatos lágyítógépekhez.** DIMÁVAG Diósgyőri Gépgyár, *Garamvölgyi Tivadar* gépészmérnök. Bejelentés napja: 1962. augusztus 9.

A huzalgyártó iparban a huzal húzásától megkeményedett huzalokat folyamatos lágyítógépen lágyítják, amely a dróthúzó-lágyító-csévélő gépsor középső részét képezi. A működés lényege, hogy a huzalt két vagy több érintkező görgőn vezetik, amelyeken át a huzalba áramot juttatnak Az eddig használatos lágyítógépek tökéletlenek voltak, mert a görgőknek az a felülete, amely a huzallal érintkezett, az áram hatására helyenként kikráteresedett és berágódott a huzal csúszásától. A felfekvő felület csökkenése következtében szigetelő oxidréteg keletkezik, míg a megmaradt érintkezési helyeken túl nagy lesz az áramsűrűség. Ezeken a helyeken emiatt a huzal elszíneződik, A találmány szerint sikerült olyan anyagot találni. amely az áram hatására nem kráteresedik, jól bírja a koptató igénybevételt, jó villamosvezető és amelynek felületén nem képződnek szigetelő rétegek. Ez az anyag 20—30% ezüst vagy réz és 80—70% wolfram összetételű anyag. Legelőnyösebbnek a 25% ezüst és 75% wolfram-összetétel bizonyult

*

Magyar lajstromszám 151 341

Kohógáznál nagyobb fűtőértékű tüzelőanyagok elégetésére alkalmas kupolaboltozatú léghevítő. KGM. Hőtechnikai Kutatóállomás, Miskolc, *Péntek István* tud. oszt. v.

Bejelentve: 1961. március 17.

A nagyolvasztók földgáz, olaj és kamragáz befúvatásos üzeme elengedhetetlenné teszik a léghevítők által előállított forró levegő hőmérsékletének növelését az eddigi 800 C°-os átlagról, mintegy 1000—1200 C°-ra. Ezt a hőmérsékletet azonban a 950 kal/N m³ fűtőértékű kohógázzal nem lehet elérni. Nagyobb fűtőértékű gázokat viszont azért nem lehet a jelenleg használatos Cowper-rendszerű léghevítőkben elégetni, mert a kupolaszerkezet nem bírja el a nagyobb lánghőmérsékletet. A léghevítő kupolaterét ugyanis a legjobb minőségű samott-téglék lágyulási hőmérséklete fölé kellene hevíteni.

A találmány a jelenleg használatos Cowper-rendszerű léghevítők továbbfejlesztésére alkalmas megoldás, amely szerint a kupolaboltozatot levegő hűtéssel teszik alkalmassá arra, hogy bennük 1000—1300 C°-ra előmelegített levegőt lehessen előállítani. Az *1. ábrán* látható Cowper-rendszerű léghevítő *1* tűzálló falazatú, hengeres toronyszerű építmény, melynek *2* válaszfallal határolt *3* tűzaknája és samott-rácsozatú *4* hőcserélő tere van. Az *5* csatlakozáson át a fűtőgázokat és az égési levegőt, a *6* csatornán át a fúvó levegőt vezetik be. A füstgázokat a *7* csatornán át vezetik el. A találmány szerint a tűzakna és hőcserélő terét összekötő égőtér felett hűtött boltozatú felületet készítenek nagyszámú nyíláson eloszlatott levegő bevezetésével. A *12* külső kupola a köpeny *10* konzoljaira van erősítve. A *13* hornyok az idomtégla két vagy több oldalán is bemélyedhetnek, ily módon egyenletes elosztású, úgyszólván perforált boltozat keletkezik. A külső *12* kupola tömör téglából készül és így kialakul a *11* köztes hűtőtér. A *14* vezetéken keresztül a tüzeléskor levegőt vezetnek a *11* térbe, amely rétegszerűen elosztódva jut a léghevítőbe. Áthaladása közben hűti a *8* belső kupolaboltozatot és ezzel védi a leégéstől és a beszakadástól. A járulékosan bevezetett levegő mennyisége a *15* csappantyúval tág határok között változtatható, sőt a vezeték le is zárható. A berendezéssel a léghevítő felfűtésének ideje rövidíthető és ezzel nő a teljesítmény. A jelenlegi léghevítők kis költséggel és könnyen átalakíthatók a találmány szerinti berendezésre.

Stiller Ottóné

Beszámoló a „III. Anyagvizsgáló Napok"-ról

Egyesületünk Anyagvizsgáló Szakcsoportja május 26-án, 27-én és 28-án immár harmadízben rendezte meg az Anyagvizsgáló Napokat, ezúttal Balatonszéplakon.

Balatonszéplakon több mint kétszázan vettek részt a konferencián, mely jól tükrözte a szakcsoport egyre szélesebb körű munkáját és jelentőségét. Az előadások már nem korlátozódtak a vaskohászati anyagvizsgálat terére, mint az előző években, hanem csaknem az egész kohászat és bányászat időszerű anyagvizsgálati problémáit felölelték. Az előadók ezúttal is nagyobbrészt saját eredményeikről számoltak be, s időszerűségüket mi sem bizonyította jobban, mint az előadásokat követő élénk viták.

Ismét igazolódtak a vidéken való rendezés hallatlan előnyei. A főváros zaklatott életétől, a mindennapi gondoktól félrevonulva a hivatalos programidő után is folytak a személyes megbeszélések, tapasztalatátadások. Jónéhányszor pedig éppen a konferencia nyugalma adott módot a különböző üzemek fejlesztési és egyéb problémáiban a személyes együttműködés, koordinálás jobb kialakulására.

A III. Anyagvizsgáló Napok előadásai az eddigi gyakorlatnak megfelelően két fő szekcióban hangzottak el. Az I. szekció a metallográfiai-anyagvizsgálattal, a másik a vegyészettel — analitikával foglalkozott. Az előadások nagy száma miatt a vegyészeti szekciót az egyik napon még további két szekcióra kellett bontani.

A következőkben röviden beszámolunk az elhangzott előadásokról. Később lapunk közölni fogja az előadások egy részének teljes szövegét is.

*

A III. Anyagvizsgáló Napokat *Borovszky Ambrus* a Dunai Vasmű vezérigazgatója nyitotta meg. Megnyitójában vázolta azokat a feladatokat, melyek a kohászati anyagvizsgálat előtt állanak. Elismeréssel szólott arról a szerepről, amelyet ezek a kétévenként ismétlődő ankétok az anyagvizsgálat fejlődésében játszanak.

Bárczi László és *Tóth György* plenáris előadásukban a kohászat műszaki és minőségi ellenőrzésével foglalkoztak. Megállapították, hogy a kohászati termékek minőségének javítása elválaszthatatlan a fejlett anyagvizsgálattól. Külön kitértek a sokat vitatott gyártásközi ellenőrzés helyzetére és szerepére.

Az I. szekció előadásai

Dr. Káldor Mihály „Az ötvözetlen acél meleg alakításakor végbemenő folyamatok és elméleti összefüggéseik" c. előadásában a Becker-féle egyenlet alkalmazását mutatta be az austenitesedés és újrakristályosodás csíraképződéssel és diffúzióval végbemenő folyamataira.

Dr. Prohászka János „A wolfram rideg-képlékeny átmeneti hőmérsékletének változása az alakítási sebeség függvényében" címmel tartott előadást. Kimutatta, hogy az általa vizsgált körülmények között a szakítás alakítási sebességek egy nagyságrenddel való növelése az átmeneti hőmérsékletet kb. 50 C°-kal tolja el.

Blaskó Sándor előadásának címe: „Az acélok eridegedése 450—550 C° közötti hőmérsékleten". Diesel motorok forgattyús tengelyei nemesítéskor elhúzódnak, s az 500—520 C°-on végzett egyengetéskor gyakran törtek. Saját kísérleteivel kimutatta, hogy 500 C° körül a felhasznált acélfajta arányalag rideg, ha nitrogéntartalma egy küszöbértéknél nagyobb.

Dr. Szántó István kandidátus „A röntgendiffrakciós módszerek fejlődésének újabb irányai az anyagszerkezet vizsgálatában" címmel tartott előadást. Ismertette a hagyományos eljárásoktól elvileg is különböző röntgen-topográfia módszereit, amelyek a fémekben levő rácshibák sűrűségének, illetve eloszlásának közvetlen kimutatására alkalmasak.

Hauer Alfréd „Gyakorlati lehetőségek öntvények belső feszültségének mérésére" c. előadásában tárgyilagosan mutatott rá arra, hogy az öntési feszültség gyakorlati mérése ma még megoldatlan probléma.

Németh Endréné előadása „Nagy hőmérsékleten végzett fémmikroszkópos vizsgálatok tapasztalatai"-ról számolt be. A Reichert gyártmányú „Vacutherm" berendezés üzembe helyezésének és üzemben tartásának problémáin kívül egyes erőművi vonatkozású vizsgálatokat ismertetett.

Sváb Ferenc és *Berkes Imréné* előadása „A híradástechnikai vasszalagok koercitív ereje és a technológiai tényezők közötti összefüggés vizsgálata korrelációszámítással" témakörrel foglalkozott. Ismertették a Fermax nevű különleges lágyvasszalagok gyártásának problémáit.

Dr. Fuchs Erik „A nagy mangántartalmú, austenites acélöntvények minősítése" c. előadásában kritikailag elemezte a hazai és külföldi szabványok, gyártási előírások részleteit a Hadfield-acél minősítésének szempontjából.

Müller Zoltánné „Mechanikai makro- és mikrovizsgálatok eredményeinek korrelációja" c. előadásából kitűnt, hogy helyi jellegű mechanikai tulajdonságok mérésekor, vagy különlegesen vékony keresztmetszetű anyag vizsgálatakor a legfeljebb 2 mm vastag, vagy 1,5 mm átmérőjű próbatesteken végzett mechanikai mikrovizsgálatok nélkülözhetetlenek.

Hegedüs Zoltán „Az R3 gyorsacél megeresztésének vizsgálata" c. előadásában előbb áttekintette a megeresztéskor végbemenő karbidátalakulások irodalmát.

Groma Géza előadása „Mágnesesen lágy vasszalagok öregedésének elektronmikroszkópos vizsgálatá"-val foglalkozott. Vizsgálatait a Csepeli Fémműben gyártott *Fermax*-szalagokon végezte. Az öregítési idő függvényében két keménység-maximumot észlelt; a mágneses öregedés az első maximummal esik egybe.

Sinay Gábor és *Lichtenberger Endréné* „Mechanikai vizsgáló módszerek alumíniumötvözetek korróziójának kutatásában" címmel tartott előadást. Igen kiterjedt vizsgálatokkal igazolták, hogy a teljes nyúlás, egyenletes nyúlás kontrakció stb. sokkal jobban jellemzi az alumíniumötvözetek korrózióját, mint a hagyományos mérőszámok.

Mokri Pál „A szerkezeti acél feszültségi korróziójának vizsgálata" c. előadásában azokat a vizsgálatokat ismertette, amelyeket az Ózdi Acélmű rekonstrukciója során épített kémények interkrisztallin korrózióval tönkrement vaslemez köpenyének anyagán végeztek.

Sinay Gábor „A csészehúzóvizsgálat, mint a tényleges mélyhúzhatóság reális minősítő módszere" c. előadásában rámutatott arra, hogy a mélyhúzhatóság jellemzésére igen sokféle vizsgálati módszert használnak, de egyikük sem alkalmas a gyártott termék alakjától független általános *mélyhúzhatóság* értékelésére.

Lántzky József „Saválló acélok anyagvizsgálatakor szerzett tapasztalatok" c. előadásában vázolta a saválló acélok gyártástechnikai problémáit.

A II—III. szekció előadásai

Dr. Sajó István „termometria" néven új mennyiségi elemző eljárásról számolt be, amelynek lényege az, hogy a kémiai reakciók folyamán szabaddá váló reakcióhő, valamint az oldatok hőmérsékletváltozása arányos a reakcióban részt vevő vegyületek mennyiségével. Ehhez a tárgykörhöz kapcsolódott *Ujváry János* előadása, amely a *termometriát* a ferroötvözetek gyorselemzésére használja fel.

Dr. Svehla Gyula a differenciál spektrofotometriás módszerek fémanalitikai alkalmazásáról beszélt.

Inglot, J. és *Wrzessinka, E.* (Vasipari Kutató Intézet, Gliwice) acélok oxigéntartalmát határozták meg Wild-Barfield készüléken. Al-mal nyugtatott acélokról azt tapasztalták, hogy oxigéntartalmuk abban az esetben határozható meg pontosan, ha gáztalanított vasban előolvasztották őket.

Zimmermann, R. (Bergakademie Freiberg) acélok oxigéntartalmának meghatározása során vákuumextrakciós és hordozógázas eljárással nyert tapasztalatait ismertette azok kritikai értékelésével.

Ujváry János ismertette a Vasipari Kutató Intézetben használt zárvány vizsgálati eljárásokat és az azokkal elért eredményeket. Azonkívül új titánnitrid meghatározási módszerről számolt be.

Kalmár Elemér egy házilag előállított, tíz cellából álló elektrolitikus zárványizoláló és ennek megfelelő kapacitású klórozó berendezésről és azzal elért eredményekről számolt be.

Daruházi László a Vasipari Kutató Intézetben tervezett és teljesen hazai anyagokból megépített vákuumextrakciós gázmeghatározó készüléket és az ezzel elért eredményeket ismertette.

Horváth Csaba a Csepeli Fémműben üzemben levő Leybold gyártmányú vákuumextrakciós gázmeghatározó készülékről, az ezzel szerzett tapasztalatokról, valamint a próbavételi eljárásokról számolt be.

Répás Pál a nyomelemek meghatározásával foglalkozott. A szerves oldószeres elválasztásokról, illetve dúsításokról számolt be, és ezen elemzési eljárásokat az alumínium és antimon meghatározásán mutatta be.

Farkas József a nyersvasak ezüsttartalmának meghatározására polarográfiás eljárást dolgozott ki. A vas metilizobutilketonos extrakciója után az ezüstöt új polarográfiás eljárással — a derivált polarográfiával — határozza meg.

Gegus Ernő a vasak és acélok nyomszennyezőinek (Cr, Ti, V, Ni, No, Mn, Mg és Cu) oldatos színképelemzési viszonyait vizsgálta porlasztásos eljárással.

Kotsis Tivadarné nagytisztaságú Al nyomszennyezőit határozta meg színképelemzéssel. A dúsítást az Al-nak $AlCl_3 6H_2O$ alakban való háromszori lecsapásával oldotta meg.

Pőcze László és *József Tibor* a nagytisztaságú réz szennyezőinek meghatározására aktivációs analitikai eljárást dolgozott ki. Az Ag, Sb és Sn aktivációs analízissel való meghatározását ismertették.

Ormos György és *Major Gabriella* ismertették a nagytisztaságú galliumban jelenlevő szennyező Au, Pd, Cu, Ag, In és Mo radiokémiai elválasztásának izotópnyomjelzéses ellenőrzését.

Lovasi József az inverz polarográfia (voltametria) segítségével határozta meg az Al-ban 10^{-4}—10^{-6}% nagyságrendben jelenlevő Zn-, Pb-, Ga-, Cd- és Cu-t.

Klug Ottó és *Metlenkó Sándor* bauxitok és fém alumínium V-tartalmának meghatározására kidolgozott eljárást ismertették.

Sipos Albertné és *dr. Sajó István* gyorsmódszert dolgoztak ki folypát és acélművi salakok fluortartalmának meghatározására.

Wemme, H. (Bergakademia Freiberg). Az irodalom alapján fotometriás módszereket dolgoztak ki ércek és salakok SiO_2, CaO, Al_2O_3, MgO, P_2O_5, TiO_2 és MnO-tartalmának meghatározására.

Dr. Bozsai Imre átfogó képet adott az elektrokémiai módszerek jelenlegi fémanalitikai felhasználásáról, valamint a fejlődés várható irányairól.

Dr. Veres Sándor vizsgálat tárgyává tette a Vasipari Kutató Intézetben ércek és salakok gyorselemzésére kidolgozott fúrt elektródos porlasztásos oldatos színképelemző eljárást.

Jacsó József a spektrométerek gazdasági hatásaival foglalkozott. Különösen a létszámcsökkentésre hívta fel a figyelmet.

Szeiman Sándor gyorsacélok Cr-, Mo-, Mn- és V-tartalmának röntgenfluoreszcens módszerrel való meghatározását ismertette.

Macher Frigyes és *Hász Mihály* a fotometrikus Si meghatározás tapasztalatairól számolt be.

Pőcze László ismertette a modern füstgáz, kohógáz, kamragáz automatikus mérésére használt berendezéseket és azok elméleti alapjait.

Bartha Endre a mintavétellel foglalkozott. Ismertette a használatos eljárásokat azok kritikai értékelését és meghatározta a hibák kijavításának módjait.

Stehlik László az elemzésen kívüli idő csökkentését tárgyalta. A spektrométerek üzembe helyezésével az elemzési idő nagymértékben lerövidíthető.

Spauszus, S. (Magdeburgi Anyagvizsgáló Intézet) a döntő elemzésekhez használatos kén meghatározásokat tette vizsgálat tárgyává.

Sonntag, E. (Berlini Anyagvizsgáló Intézet) többalkotós Al-bronzok és rézötvözetek Zn-tartalmát úgy határozta meg, hogy az ionokat Mykon P. A. anioncserélőn választotta el, majd a Zn-t a várható százalékos előfordulástól függően — polarografikus vagy EDTE-s titrálással határozta meg.

Lászlóp Józsefné a Csepeli Fémműben használatos potenciometrikus titrálásokról számolt be.

Dr. Juhász Zoltán első előadásában a bentonit kötésű homoktestek gáz-áteresztő képességét vizsgálta a víztartalom és hőmérséklet függésében.

Soha István ismertette azokat a követelményeket, amelyet a bányászat vár az anyagvizsgálattól mind kémiai, mind fizikai vizsgálatok tekintetében.

Bauer Dezső a héjformázáskor használt gyanták minőségi vizsgálatával foglalkozott. Közölte a használatos vizsgálati módszereket.

Keszty'us Károly ismertette azokat a vizsgálati eljárásokat, amellyel az ércek redukciós és lágyulás vizsgálatát végzik.

Fuchs Erik—Répás Pál

Műszaki és gazdasági hírek

Angolában a legújabb becslések szerint a feltárt *vasérc* vagyont 400 millió t-ra becsülik. A Saia, Quissama és M Bassa-i bányákból bányászott érc Fe-tartalma 65%-os. A bányák közelében egy évi 56 000 t nyersvasat termelő nagyolvasztómű építését tervezik.
St. u. E. 1964. 11. sz.

*

A **svédországi** Fagersta Bruks AB cég **Forsbackaban** egy *automatikusan* dolgozó *rúdacél hengersort* helyezett üzembe. A hengersor termelése erős ötvözésű, nagy értékű rúdacél lesz évi 45 000 t-s mennyiségben. A hengersort egy központi helyről műszakonként 1 fő fogja üzemben tartani. A gyárban három műszakban az összes segédüzem személyzetével együtt mindössze 100 fő lesz a létszám. A rúdacélok 13...60 mm méretű ∅, ▱ hat és nyolcszög, 30×3 mm-től 210×10 mm méretű ⊢ -acél lesz. Zömében rozsdaálló acélt fognak gyártani.
St. u. E. 1964. 11. sz.

*

Az **USA**-ban **Elyriá**-ban (Ohio) a Gasalloy Steel Corporation cég „alphatized sheet" néven egy újfajta rozsdaálló lemezt és szalagacélt hozott forgalomba. Az acéllemezbe és szalagba diffúzióval egy 0,025...0,038 mm mély Cr-réteget képeznek ki. Az új gyártmány a hagyományos rozsdamentes acélnál sokkal olcsóbb.
St. u. E. 1964. 11. sz.

*

Csehszlovákiából Olaszország ez év második felében *hengerelt acélt importál* éspedig 6000 t durvalemezt, 3000 t melegszalagot, 2000 t idomacélt, 500 t szerkezeti szénacélt.
Montan 1964. jún. 10.

*

A **Szovjetunió** a japán Iwai and Company Ltd vállalattal kizárólagos értékesítési szerződést kötött s ez évben max. 8000 t *alumíniumtömböt* szállít Japánba.
Metal Bulletin 1964. jún. 12.

*

Franciaország *alumínium exportja* 1963-ban 124 691 t volt, 18%-kal több mint 1962-ben. A két legnagyobb vásárló Belgium és az USA.
Alumínium 1964. 3. sz.

*

Lengyelország *alumínium* termelése 1963-ban 46 600 t volt, míg 1962-ben 48 100 t, 1964-re a tervben 47 500 t szerepel.
Alumínium 1964. 3. sz.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 10. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Ф. Балаж: **Некоторые специальные механические свойства пружинных материалов, легированных медью** ..... С 449

С точки зрения производства и эксплоатации пружин из цветных сплавов помимо механических свойств пружинных материалов, испытуемых обычно и только в одном направлении, важным является знание и других механических показателей. Анизотропия механических свойств пружинных плит и лент, свойства их усталости, термическая обработка их по разряжению. Собраны знания, важные с точки зрения прецизионных пружин. Сведения о допустимых напряжениях листовых пружин.

Д-р. Веро, Й.: **О хрупком состоянии стали МТА-50** ..... С 456

Хрупкость свариваемой стали МТА-50, легированной и титаном, вызывается растворением TiN в аустените при температуре 1050... 1100° С. Растворённый TiN только очень медленно выделяется из аустенита; поэтому после очень медленного охлаждения азот остаётся растворённым и в феррите. Выделение TiN и в результате этого увеличение выносливости стали возможно двумя методами: методом термической обработки, или деформацией при температуре 800...900° С.

И. Грубер: **Кинематическое и динамическое испытание дозирующего воздушного валика пильгерстана с водяным торможением** .... С 464

Описание динамических сил, образующихся при прокатке на пильгерстане. Исторический обзор решения вопросов, вызванных динамическими силами. Механизация дозировки сырой трубы; отдельные методы, создавшиеся для упругого торможения дозирующей установки. Преимущества торможения с помощью раздавливания жидкости, благоприятный профиль тормозной втулки. Недостатки тормозных систем, находящихся ныне в эксплоатации в прокатных станах Трубозавода Чепель, и возможности их усовершенствования.

Лимпар—Чурбакова: **Исследование ушкового формирования алюминиевого листа при глубокой вытяжке** ..... С 470

Зависимость ушкового формирования алюминиевого листа от химического состава, метода литья, гомогенизации сдитка, деформирования в холодном и горячем состоянии и от термической обработки. Самые важные факторы образования листа изотропными свойствами.

Т.-не Холло: **Прочность на сжатие доменного кокса при высокой температуре** ..... С 476

После краткого литературного обзора описано автором измерение прочности на сжатие различных образцов кокса разной плотности в интервале температур от 20 до 1300° С. При повышении температуры прочность на сжатие возрастает. Причиной последнего является то, что под действием высокой температуры и высокого давления ячейки кокса локально устраиваются, что может быть обнаружено испытаниями, проведенными в поляризованном свете. Метод измерения прочности на сжатие не пригоден в качестве метода производственного контроля.

Д-р. Й. Йобахази: **Испытания в связи с повышением производительности газовой цементации непосредственной дозировки** ..... С 482

Опровержение экспериментальным путем ошибочного мнения, распространенного об осаждении и фракционировании лакового бензина и керосина, применяемых в виде отечественного сырья для газовой цементации при подаче жидкости каплями. Повышенная чувствительность газов термического разложения соединений, содержащих связанный кислород. Причины часто возникающих разрывов реторт. В процессе цементации CO играет менее важную роль, тогда как CH_4 имеет решающее значение. Испытания в связи с повышением интенсивности цементации с применением некоторых новых смесей жидкостей.

Й. Сегеды Варга: **Испытания в связи с дуговой сваркой для наварки валиков с применением легирующего покровного порошка** ..... С 487

Опыты в связи с наваркой слоя легированной стали на рабочую поверхность валиков мелкосортного прокатного стана, и достигнутые доныне результаты испытаний. Наварка выполняется автоматическим аппаратом дуговой сварки под легирующим покровным порошком с применением электродной проволоки из углеродистой стали, а также и под нейтральным покровным порошком с применением электрода из железной трубки, наполненной порошком легирующих металлов.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Венгрия.

INHALT

Balázs, F.: **Einige spezielle mechanische Eigenschaften von kupferlegierten Federwerkstoffen** . S 449

Betreffs der Erzeugung und der Wirkungsweise von Federn aus Nichteisenmetallen sind ausser den in einer einzigen Richtung geprüften mechanischen Eigenschaften auch anderwertige Kennwerte des Werkstoffes wichtig, sowie die Anisotropie der mechanischen Eigenschaften, die Ermüdung und die Wirkung des Spannungsfreiglühens der Federblätter und Federstreifen. Angaben über die zugelassenen Spannungen der Federblätter.

Dr. Verő, J.: **Von den sprődem Zustand des MTA 50 Stahles** ..... S 456

Der spröde Zustand des titanhaltigen schweissbaren Stahles MTA 50 ist eine Folge der Löslichkeit von TiN im Austenit bei Temperaturen über etwa 1100° C. Das in Lösung gegangene TiN wird nämlich sehr langsam wieder ausgeschieden. Erfolgt die Abkühlung von hoher Temperatur nicht recht langsam, sondern an Luft, so bleibt der Stickstoff auch im Ferrit gelöst. Durch ein Normalglühen oder durch das Walzen bei 800...900° C kann jedoch das gelöste TiN zur Ausscheidung und der Stahl in den zähen Zustand gebracht werden.

Gruber, I.: **Die kinematische und dynamische Untersuchung des mit Wasserbremse verschenen Chargier-Luftkolbens der Pilgerwalzwerke** ...S 464

Die dynamischen Kräfte bei der Pilgerwalzung. Die technischen Lösungen der durch die dynamischen Kräfte hervorgerufenen Probleme im Lichte ihrer Entwicklung. Die Mechanisierung des Chargierens der Rohlinge, die Verfahren zum elastischen Bremsen der Chargiereinrichtung. Die Vorteile des Bremsens mit Flüssigkeitsauspressung, das günstige Profil der Bremshülse. Die Mangel der Bremseinrichtungen im Rohrwerk Csepel und die Möglichkeit ihrer Verbesserung.

Limpár—Csurbakova : **Untersuchung der Ohrbildung in Tiefzieh-Aluminiumblech** ..... S 470

Zusammenhang der Ohrbildung von Aluminiumblechen mit der chemischen Zusammensetzung, dem Giessverfahren, der Homogenisierung des Blockes, der Warm- und Kaltformung sowie der Glühbehandlung. Wichtige Faktoren der Herstellung von Blechen mit isotropen Eigenschaften.

Holló, T. Frau: **Druckfestigkeit des Hochofenkokses bei hoher Temperatur** ..... S 476

Nach einem kurzen literarischen Überblick werden die zwischen 20 und 1300 °C durchgeführten Druckfestigkeitsmessungen von Koksproben verschiedener Dichte beschrieben. Mit zunehmender Prüftemperatur wächst auch die Druckfestigkeit des Kokses, weil die Koksmizellen durch die Wirkung der hohen Temperatur und des Druckes sich örtlich ordnen. Durch Prüfung in polarisiertem Licht kann dieser Vorgang nachgewiesen werden. Die Druckproben können nicht zur Betriebskontrolle angewendet werden.

Jobaházi, J. Dr.: **Versuche zur Erhöhung der Leistung des Gaszementierens mit unmittelbarer Beschickung** ..... S 482

Die mit Versuchen begründete Widerlegung jenes Irrglaubens, dass das beim tröpfelnden Gaszementieren als Betriebstoff verwendete Lackbenzin und Petroleum sich absetzen bzw. fraktioniert werden. Die erhöhte Empfindlichkeit der Wärmespaltungs-Gase der Verbindungen, welche gebundenen Sauerstoff enthalten. Die Gründe der heufigen Retortensprünge. Die untergeordnete Rolle des Kohlenoxydes in der Karbonisation und die wichtige Rolle des Methans in derselben. Versuche zur Steigerung der Intensität des Zementierens durch Flüssigkeit-Gemische.

Szegedi-Vargha, J.: **Auftragsschweissversuche an Walzen unter legierenden Pulvern** ..... S 487

Die bisherigen Erfahrungen bei der Auftragung von legierten Stahlschichten auf Walzen einer Feinstrasse. Die Auftragung erfolgte durch einen Schweissautomat mittels Kohlenstoffstahlelektrode unter legierenden Pulvern, bzw. mittels eine mit dem aus den Legierungsmetallen bestehenden Pulver gefüllten Rohrelektrode.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Balázs, F : **Some unusual mechanical properties of Cu-alloy spring materials** ..... P 449

From the point of view of the fabrication and application of non-ferrous springs it would be advisable to study some further mechanical characteristics beside the usual mechanical properties measured in one direction. Anisotropy of the mechanical properties of spring plate and band, fatigue properties, stress-relieving heat treatment. Summary of the data pertainning to precision springs. Permissible stresses of plate springs.

Dr. Verő, J.: **About the brittle state of the steel MTA 50** ..... P 456

The brittle state of the titanium-alloyed Hungarian weldable steel MTA 50 is caused by the solubility of TiN in austenite at temperatures exceeding 1050...1100 deg. C. Dissolved TiN precipitates only very slowly even at temperatures of lower solubility. Thus nitrogen remains dissolved in ferrite also, if the steel did not cool very slowly from such temperature. Rapid precipitation of dissolved TiN is, however, effectuated and herewith the steel made highly ductile either by normalising or by plastic deformation at 800...900 deg. C.

Gruber I.: **Kinematic and dynamic investigation of the pneumatic feeding cylinder with water brake in a pilger mill** ..... P 464

Description of the dynamic forces arising during pilger rolling. Historical survey of the solutions of problems caused by dynamic forces. Mechanization of the feeding of raw pipe ; methods of elastic braking of the feeder. Advantages of fluid deplacement braking, suitable profile of the brake sleeve. Faults of the brake systems used at present in the rolling mills of the Csepel Tube Works, possibilities of improvement.

Limpár—Csurbakova : **Investigation of earing in deep drawing aluminium sheet** ..... P 470

Relationship between the earing of aluminium sheet and its chemical composition, the method of casting, homogenization of the billet, hot and cold forming and heat treatment. Important aspects of producing isotropic sheet material.

Mrs. J. Holló: **High temperature compressive strength of metallurgical coke** ..... P 476

After a short literature survey the measurement of the compressive strength of coke samples of different density at 20 to 1300 deg. C is described. The compressive strength increases with increasing temperature. This is caused by a local coordination of the coke micelles under the influence of high temperature and pressure which can be shown by observations in polarized light. The measurement of compressive strength is not suitable for plant control purposes.

Dr. Jobaházi J.: **Experiments for increasing the performance of gas carburization with direct addition of reaction material** ..... P 482

The mistaken belief that the white spirit and pet roleum used in Hungary as additions for drip gas carburizing are susceptible to sedimentation and fractionation has been disproved experimentally. The gases derived from the heating of compounds containing fixed oxygen show an increased sensibility. Causes of the frequent retort cracks. In the carburizing process CO is of subsidiary importance, CH_4 has the greatest significance. Experiments for increasing the intensity of carburizing with several new fluid mixtures.

Szegedi Varga J.: **Surface layer arc welding experiments on rolls with fluxes containing alloy additions** ..... P 487

Experiments for producing work surfaces on finishing rolls by depositing alloyed steel layers and present results of the method. The surface layer is produced by an automatic arc welding machine with a carbon steel electrode wire and flux containing alloying additions resp. with an iron tube electrode filled with the alloying metal powders and a neutral flux.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroao shoulo be cent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome ,chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **10. szám** 1964. október

Rézötvözetű rugóanyagok néhány különleges mechanikai tulajdonsága*

BALÁZS FÜLÖP okl. kohómérnök
Csepeli Fémmű

DK 669.35 : 621—272.3.004.12

Magyarországon rugógyártás céljaira a különböző rézötvözetek közül a 63% réztartalmú sárgarezet (Sr 63), a közepesen 5 és 8% ónt és ezenkívül max 0,40% foszfort tartalmazó ónbronzokat (Bz 5 és Bz 8), a névlegesen 58% rezet és 18% nikkelt tartalmazó alpakkát (Alp 58) és a max 2,1% berilliumot és 0,3% kobaltot tartalmazó berilliumbronzot (Bebz 2) használják.

Az előbb felsorolt ötvözetek közül a sárgaréz, ónbronz és alpakka kedvező mechanikai tulajdonságait, tehát nagy szilárdságát, rugalmassági határát és keménységét a hidegalakítás okozta keményedésnek köszönheti. A gyártás során végzett hidegalakítás nagysága szerint ezekből az ötvözetekből készült rugóanyag lehet rugókemény és lehet nagyobb szilárdságú, különleges rugókemény fokozatú.

A berilliumbronz a nemesíthető ötvözetek közé tartozik. Kedvező nagy szilárdságát kettős hőkezelés biztosítja; a nagyobb hőmérsékletű (780—800 C°) homogenizáló izzítás, majd az ezt követő vízben való edzés, végül kisebb hőmérsékletű (300—320 C°) megeresztés után kapjuk a kívánt szilárdságot (ez a lágy-nemesített keménységi fokozat). Ha az anyag edzése és megeresztése közt még hidegalakításon is keresztülmegy, akkor az ötvözet szilárdsága megeresztés után még nagyobb lesz; még pedig annál nagyobb, minél nagyobb mértékű volt a hidegalakítás (kemény-nemesített keménységi fokozat).

A lemezrugók megengedhető terhelése

A különböző rugóanyagok terhelhetőségének összehasonlítása céljából az *1. táblázatban* megadjuk az egyes rugóötvözetekből készült különleges rugókemény keménységi fokozatú (berilliumbronzból kemény-nemesített minőségű) lemezek és szalagok használatakor megengedhető feszültségeket lengő igénybevételre. Lüktető igénybevételkor a feszültségek 60—70%-kal nagyobbak lehetnek. Más keménységi fokozatú (rugókemény) anyag használatakor a gyenge és közepes igénybevételre megadott feszültségeket a rugalmassági határ csökkenése arányában szintén csökkenteni kell; a kiféradási határig terjedő *igen erős* igénybevételre a táblázatban megadott megengedhető feszültség azonban a kisebb szilárdságú rugóanyagra is vonatkozik (az utóbbi jelenség okára még visszatérünk).

1. táblázat

Lemezrugók megengedhető hajlítófeszültségei

Anyag	Rugalmassági modulus kp/mm²	Rugalmassági határ $\sigma_{0,02}$ kp/mm²	Igénybevétel módja	Megengedhető feszültség σ_h kp/mm²
Sr 63	10 500	41	gyenge	37
			közepes	29,5
			igen erős	×
Alp 58	13 500	52	gyenge	47
			közepes	37
			igen erős	19
Bz 5	11 500	52	gyenge	47
			közepes	37
			igen erős	20
Bz 8	11 000	57	gyenge	51
			közepes	40
			igen erős	20
Bebz 2	13 500	85	gyenge	70
			közepes	55
			igen erős	29

× nem használható

Az 1. táblázatban feltüntetett igénybevételek magyarázata a következő:

gyengén igénybevett rugóról akkor beszélünk, ha a rugó statikusan van terhelve, vagy ha élettartama alatt a terhelésváltozások száma kicsiny (1000...10 000 közt);

közepes igénybevételű a rugó akkor, ha normális gyakoriságú kitérésekkel működik, lökésszerű terhelés nélkül, élettartama alatt 100 000-ig terjedő terhelésváltozással;

* Előadásként elhangzott az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Csepel Vas- és Fémművek, valamint a Csepeli Fémmű által rendezett „Műszeripari, híradás- és elektrotechnikai fém-félgyártmányok" ankétján 1964. máj. 6-án.

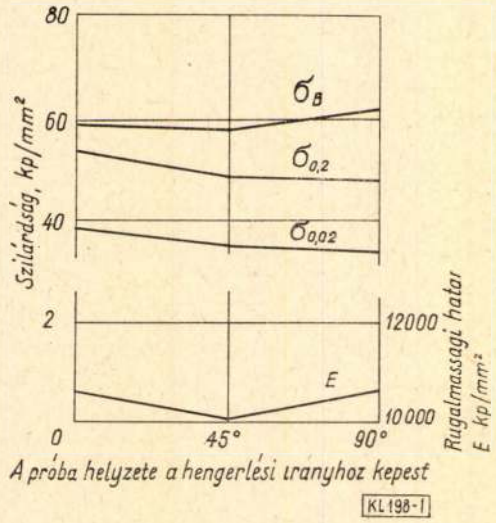
végül igen erős az igénybevétel akkor, ha a rugó hosszú időn keresztül gyakran változó igénybevételt szenved, legalább 10 000 000 terhelésváltozással; utóbbi esetben a rugót a kifáradási határig vesszük igénybe.

A táblázattal kapcsolatban végül még megemlítem, hogy hirtelen lökésszerűen fellépő terheléskor a megengedhető feszültségeket 50%-kal csökkenteni kell.

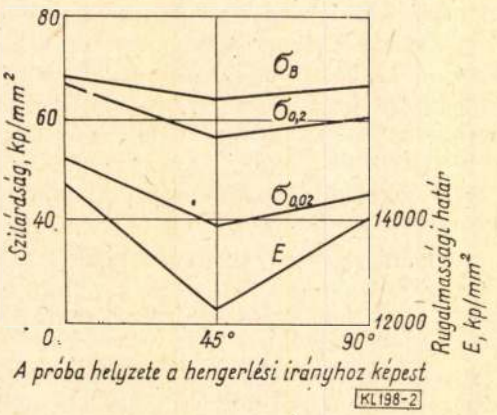
Szeretném hangsúlyozni, hogy a rugók megengedhető feszültségére támaszkodó méretezés csak akkor vezet helyes eredményre, ha az alkatrész alakja a pontos feszültségelemzést lehetővé teszi. Ez azonban csak elég ritkán fordul elő. Figyelemmel kell lenni arra is, hogy a hajlítások, kivágások, lyukak és befogások helyén nagy feszültséghalmozódás jelentkezhet. Ezért bármilyen számítási eredmény csak irányelvként szolgálhat és a számítást tényleges üzemi vizsgálatokkal kell kiegészíteni.

Rugólemezek és szalagok mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája

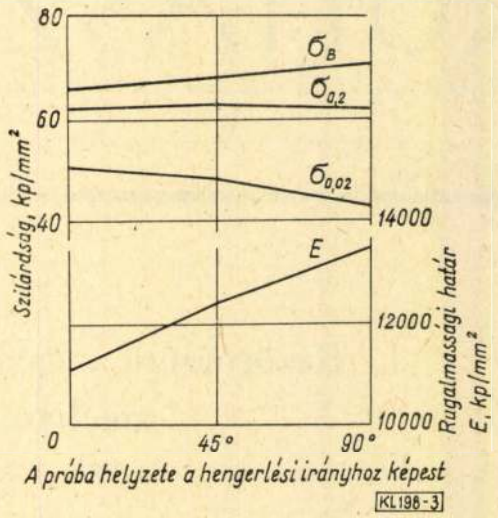
A rézötvözésű rugóanyagok zömének nagy szilárdsága az erős hidegalakítás következménye, mivel pedig a nagymértékű hidegalakítás alakítási



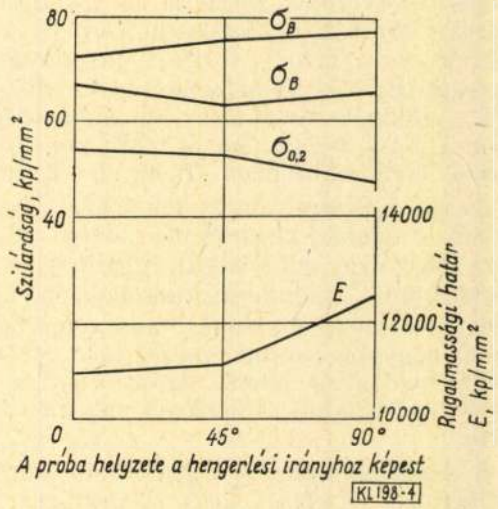
1. ábra. Rugókemény Sr 63 szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája



2. ábra. Rugókemény Alp 58 szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája



3. ábra. Rugókemény Bz 5 szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája



4. ábra. Rugókemény Bz 8 szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája

textúra kialakulására vezet, számolni kell azzal, hogy a rugóanyagok mechanikai tulajdonságai a különböző irányokban eltérők. Természetesen ez elsősorban a lemezekből és a szalagokból kivágott rugókra érdekes.

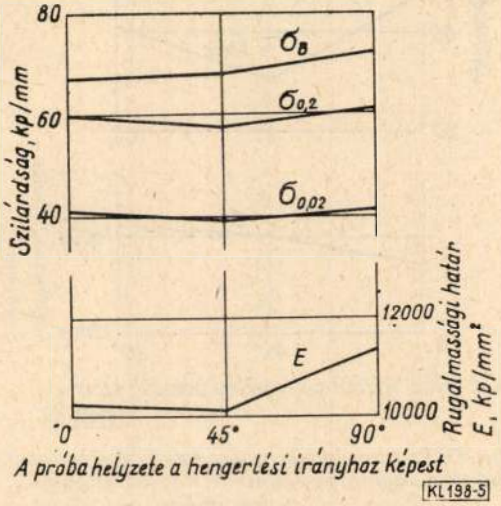
A rugólemezek és szalagok mechanikai tulajdonságainak irányítottságára jellemző adatok az *1—4. ábrában* találhatók, melyekben az Sr 63, Alp 58, Bz 5 és Bz 8 rugókemény szalagok mechanikai tulajdonságainak változását mutatjuk be a hengerlési, az ezzel 45°-os és 90°-os szöget bezáró irányban. Az 1,0 mm vastag szalagból kivágott próbatestek mechanikai tulajdonságait Amsler-szakítógépen Mohr—Federhaft gyártmányú mechanikus működésű nyúlásmérő segítségével határoztuk meg (a közölt értékek legalább 6 mérés átlagát képezik).[1]

Az ábrák összehasonlításából megállapítható, hogy a rugókemény sárgaréz és alpakka szalag mechanikai tulajdonságai megközelítően azonosan változnak a különböző irányokban és a változást

[1] A méréseket a Csepel Vas- és Fémművek Anyagvizsgáló Osztály Mechanikai Laboratóriuma végezte.

jellemzi, hogy a szilárdsági tulajdonságok legkisebbek a hengerlési iránnyal 45°-os szöget bezáró irányban, míg a hengerlési irányban és erre merőlegesen a mechanikai tulajdonságok csaknem azonosak.

Érdekességként az *5. ábrában* bemutatjuk a különleges rugókemény Sr 63 sárgaréz szalagra vonatkozó hasonló ábrát. Külön felhívjuk a figyelmet a rugalmassági modulusz változásaira. Az 5. és az 1. ábra összehasonlításából megállapítható, hogy a különleges rugókemény szalag előírt mechanikai tulajdonságainak eléréséhez szükséges nagyobb hidegalakítás (70%-os fogyás, szemben a rugókemény szalag előállítása során használt 50%-os fogyással) hatására a rugalmassági modulus a hengerlési irányban tovább csökken, a hengerlési irányra merőlegesen pedig növekedik, úgyhogy a kép végül egészen más, mint a rugókemény szalagra. Utóbbi eredmények összhangban vannak *Cook* és munkatársainak 70%-os sárgarézre nyert eredményeivel [1]. A sárgarézzel ellentétben a különleges rugókemény alpakka szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája ugyanolyan jellegű, mint a rugókemény szalagé.



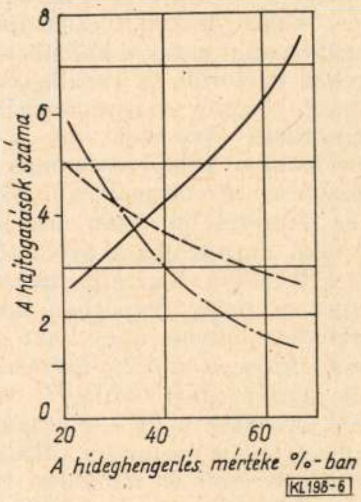
5. ábra. Különleges rugókemény Sr 63 szalag mechanikai tulajdondságainak anizotrópiája

A sárgaréz és alpakka szalagoktól lényegesen eltérő képet mutat az ónbronz szalagok mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája. A 3. és 4. ábra szerint a szakítószilárdság a hengerlési irányhoz képest 45°-os és méginkább a 90°-os szöget bezáró irányban valamivel nagyobb, mint a hengerlés irányában. A folyáshatár még megközelítően azonosan változik, a rugalmassági határ ($\sigma_{0,02}$) változása azonban éppen ellentétes irányú. Aránylag nagy az eltérés a különböző irányokban mért rugalmassági modulusok közt, a legkisebb a hengerlési irányban és legnagyobb az erre merőleges irányban. Az ismertetett módon változnak a különleges rugókemény ónbronz szalagok mechanikai tulajdonságai is.

Azt mondtuk, hogy a sárgaréz és az ónbronz rugólemezek mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája lényegesen eltér egymástól. Ez azonban csak részben igaz. Ha a különleges rugókemény Sr 63 sárgaréz szalagra vonatkozó 5. ábrát hasonlítjuk össze az ónbronzokra vonatkozó ábrákkal (3—4. ábra), az eltérés már nem olyan határozott. Ezért azt mondhatjuk, hogy igen nagy fogyások után a sárgarezek mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája hasonló jellegű lesz, mint az ónbronzoké.

A sárgarezek és ónbronzok hengerlési textúrája irodalmi adatok [2] szerint azonos; mégpedig a hengerlés irányban az [112] irány fekszik, az (110) sík pedig párhuzamos a hengerlési síkkal. Tudjuk azt, hogy a felületen középpontos szabályos rácsszerkezetű rézötvözetek rugalmassági modulusa az [111] irányban a legnagyobb, az [100] irányokban a legkisebb, az [110] irányokban pedig közepes. Így — bár a hengerlési irány, illetve az erre 45°-os és 90°-os szöget bezáró irány nem esik pontosan egybe a tárgyalt szövetszerkezet fő kristálytani irányaival — mégis az várható, hogy a hengerlési irányban és rá merőlegesen a rugalmassági modulus közel azonos, a 45°-os irányban pedig lényegesen kisebb. Ezt tapasztalhatjuk a rugókemény sárgarézzel és az alpakkával is. Az ónbronz és az erősen hidegen hengerelt sárgaréz szalagban a rugalmassági modulus ettől eltérő irányítottsága vagy más jellegű rendezettségre utal, vagy *Cook* és munkatársai szerint [1] 50%-nál erősebb hidegalakítás során jelentkező, a hengerlési irányra merőlegesen fekvő és a nyírási igénybevétel szempontjából olyan gyenge síkok kialakulásával magyarázható, melyek a rugalmassági modulust a hengerlési irányban csökkentik.

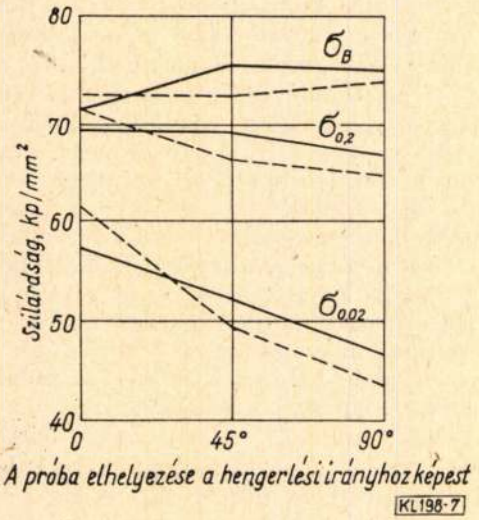
A mechanikai tulajdonságok anizotrópiájához tartozik az alakíthatóság változása a különböző irányokban; ennek jó jellemzőjeként a hajtogatási szám, vagy a hajlíthatóság tekinthető. Ismeretes, hogy a krisztallitoknak az alakítás hatására bekövetkező megnyúlása miatt a hajlíthatóság és hajtogathatóság szempontjából legelőnyösebb, ha a hajlítás éle merőleges a hengerlési irányra; rosszabb a hajlíthatóság az ezzel 45°-os szöget bezáró irányban és legrosszabb akkor, ha a hajlítási él a hengerlés irányába esik. E nagyfokú anizotrópia csökkentését a hengerlési irány változtatása teszi lehetővé. A *6. ábrában* bemutat-



6. ábra. A hengerlési irány változtatásának hatása 0,30 mm vastag különleges rugókemény Bz 5 lemez hajtogathatóságára

juk, hogy 0,30 mm vastag különleges rugókemény Bz 5 lemez gyártásakor a lágyítás utáni hidegalakítás során a hengerlés irányát különböző fogyások után 90°-kal megváltoztatva, hogyan változik a különböző irányokban kivágott próbatestek hajtogatási száma. A vizsgálat során használt tüske átmérője 1 mm, a lágyítás után a hidegalakítás összfogyása 66,7% volt.

Az általános felfogás szerint a szilárdsági tulajdonságok anizotrópiája csökkenthető a hengerlési irány változtatásával. A hengerlési irány 90°-kal való változtatásának lehetőségét rugólemezek gyártásakor a különböző irányokban vizsgált hajlíthatóság előzőkben ismertetett javítására általában kihasználják. Ez a módszer azonban a mechanikai tulajdonságok anizotrópiáját lényegesen nem változtatja meg. Ezzel kapcsolatban bemutatjuk a *7. ábrában* az egyik régebbi vizsgá-

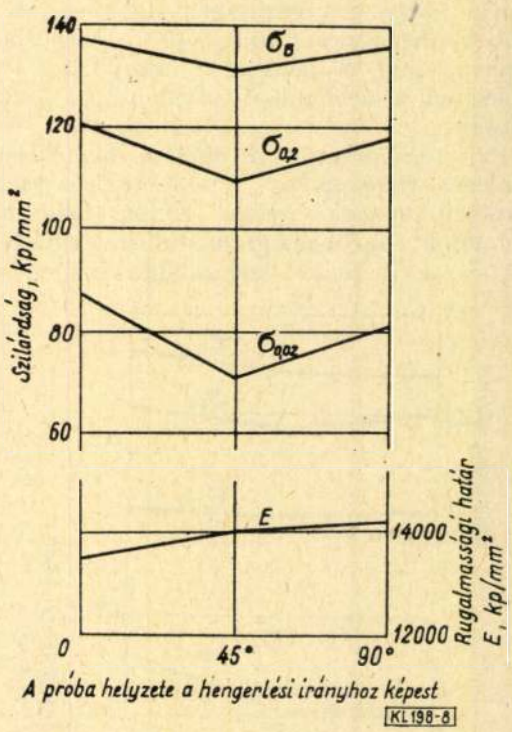


7. ábra. A keresztirányú hengerlés hatása a rugókemény Bz 5 lemez mechanikai tulajdonságainak anizotrópiájára, —— *egyirányban hengerelve,* — — — *keresztirányban hengerelve*

latunk eredményét [3]. Az ábra szerint abban az esetben, ha a 0,70 mm-ről 0,30 mm-re hengerelt rugókemény keménységi fokozatú Bz 5 lemez hengerlési irányát 0,50 mm vastagságon 90°-kal megfordítjuk, akkor a szakítószilárdság, folyáshatár és rugalmassági határ a különböző irányokban lényegében egyforma (a rugalmassági modulust akkoriban — sajnos — nem vizsgáltuk).

A nemesíthető ötvözetek, így a berilliumbronzok mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája természetesen kisebb mértékű, feltéve, hogy az edzés és megeresztés után használják fel. Kisebb mértékű anizotrópiára azonban még így is számítani kell. Hogy ez az anizotrópia az edzés után alakított és ilyen állapotban megeresztett szalagra aránylag milyen nagy, azt a *8. ábra* mutatja, mely edzés után 37%-fogyással hidegen alakított és megeresztett szalagra vonatkozik.

Felmerül a kérdés, hogy a mechanikai tulajdonságok anizotrópiája mennyire változtatja meg a rugók terhelhetőségét és működési tulajdonságait. A rugók működése szempontjából mindenekelőtt a rugalmassági modulus aránylag nagy változására hívjuk fel a figyelmet. Az ónbronz



8. ábra. Edzés után hidegen alakított és megeresztett berilliumbronz szalag mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája

rugóanyagok rugalmassági modulusa a hengerlési irányhoz képest 45°-os szögben kb. 1,05—1,1-szer, a hengerlési irányra merőleges irányban 1,15—1,20-szor nagyobb, mint a hengerlés irányában. Az alpakkára ez a viszonyszám 45°-os szögben 0,83—0,90, 90°-os irányban 0,96—1,00. Különböző irányokba kivágott lemezrugók rugónyomásának, illetve azonos terhelése során kihajlásának ilyen arányú változásával kell számolni.

Az előzőkben bemutatott ábrák szerint a lemezrugók rugalmassági határai és így a megengedett feszültségei is függenek attól, hogy milyen irányból vágták ki a lemezrugót. Statikusan, vagy csak kevés számú terhelésváltozással igénybe vett rugókkal ez így is van. A kifáradásra igénybe vett rugókra azonban nem érvényes ez a szabály (a későbbiekben erre a kérdésre még visszatérünk). Azt azonban megállapíthatjuk, hogy az 1. táblázatban közölt megengedett terhelések megfelelő biztonsággal használhatók bármely irányból kivágott rugóra.

A rugók fesztelenítő hőkezelése

A hidegalakítással keményedő ötvözetekből készült rugóanyag gyártása és a rugó kialakítása során maradó alakítási feszültségek keletkeznek a gyártmányban. E maradó feszültségek azután a rugó használata közben különböző mértékben feloldódnak és többek közt a rugó nullhelyzetének, vagy a rugókihajlásnak és a nyomóerőnek megváltoztatására vezetnek.

A maradó feszültségeket célszerű ezért megszüntetni vagy csökkenteni. Ezt az anyagnak olyan aránylag kis hőmérsékletű melegítésével (fesztelenítésével) végzik, ami még lágyulásra,

azaz a hidegalakításból adódott keménység és szilárdságnövekedés megszűnésére nem vezet.

Különösen fontos a rugóhuzalok fesztelenítő hőkezelése. A huzal gyártása, húzása közben ugyanis a huzal külső rétegeiben húzófeszültség keletkezik, ez pedig a rugó terhelése közben keletkező üzemi húzófeszültségekhez hozzáadódva erősen rontja a rugó kifáradási tulajdonságait.

A fesztelenítő hőkezelés előnyös azért is, mivel növeli a rugóanyagok rugalmassági határát, mégpedig a szokásos rugóanyagok közül legerősebben a sárgarézét (10—30%-kal), valamivel kisebb mértékben az alpakkáét (5—25%) és legkevésbé az ónbronzokét (5—10%). A közölt mértékek közül a nagyobb az erősebben hidegen alakított anyagokra (különleges rugókemény minőség), a kisebb pedig a valamivel kisebb mértékben hidegen alakított (rugókemény keménységi fokozatú) anyagra vonatkozik. Az anyag szakítószilárdsága ugyan a fesztelenítő hőkezelés közben kis mértékben (kb. 5%-ig) szintén növekedhet, az ónbronz rugóanyagok szakítószilárdsága azonban általában néhány (1—5) százalékkal csökken. Itt említjük meg, hogy *Sebastian* szerint [4] a kétalkotós sárgarezek rugalmassági határa optimális hőkezelési körülmények közt (pl. 200 C° 24 óra, vagy kb. 215 C° 3 óra) az előzőkben közölt adatoknál lényegesen nagyobb mértékben növekedhet.

A rugók kifáradása

A rugók anyaga használat közben az esetek túlnyomó részében ismétlődő, sokszor váltakozó irányú fárasztó igénybevételnek van kitéve. Ismeretes, hogy az ilyen igénybevételkor a megengedhető terhelés jóval kisebb, mint statikus igénybevétel közben ; az 1. táblázat adatai ezt jól jelzik.

2. táblázat

5%-os ónbronz szalag szakítószilárdsága és kifáradási határa [5]

Keménységi fokozat	Szakító-szilárdság kp/mm²	Kifáradási határ kp/mm²
Lágy	34,5	17,6
Félkemény	46,5	21,1
Kemény	57,6	23,2
Különleges kemény	64,0	22,5
Rugókemény	70,3	23,2
Különleges rugókemény	73,2	22,5

A *2. táblázatban* [5] különböző szilárdságú 1 mm vastag, 5%-os ónbronz szalagok kifáradási határát (100 millió terhelésváltoztatás után) hasonlítjuk össze. A táblázatból látható, hogy az 57—73 kp/mm² szakítószilárdságú szalagok kifáradási határa gyakorlatilag azonos. Téves tehát az a gyakran hangoztatott nézet, hogy a fémek kifáradási viselkedése szempontjából az az előnyös, ha minél nagyobb szilárdságú anyag kerül felhasználásra. A nagyobb szilárdság és nagyobb rugalmassági határ csak akkor előnyös, ha az anyag statikus terhelésekkel és aránylag kisszámú terhelésváltozással van igénybe véve, míg ez a kifáradási határ szempontjából nem nyújt előnyt.

Ez az oka annak, hogy a lemezrugók megengedett terhelését mutató 1. táblázattal kapcsolatban tett megjegyzésben csak a „gyengén" és „közepesen" igénybe vett rugóra vettük figyelembe az anyag keménységi fokozatát, illetve rugalmassági határát, míg az *igen erősen* igénybe vett rugókra nem.

Az előzőkben elmondottakból következik az is, hogy a mechanikai tulajdonságoknak a lemez- és szalaggyártmányokban jelentkező és statikus szilárdsági vizsgálatokból megállapított anizotrópiájából a különböző irányokban igénybe vett rugóanyag kifáradási viselkedésére nem lehet következtetni. Ennek jellemzésére a *3. táblázatot* mu-

3. táblázat

Azonos rugószalagokból különböző irányokban kivágott próbatestek lengő igénybevétellel végzett fárasztóvizsgálatakor a terhelésváltozások száma a törésig

Anyag	A próbák helyzete a hengerlési irányhoz képest	A próbatestek rugalmassági modulusának viszonyszáma	A próbatestek rugalmassági határának ($\sigma_{0,02}$) viszonyszáma	A törésig végzett terhelésváltozások száma
Bz 5	párhuzamos	1,00	1,00	1 250 000
	45°-os irányú	1,06	0,97	1 670 000
	merőleges	1,21	0,93	10 000 000 értéken nem tört
Alp 58	párhuzamos	1,00	1,00	1 780 000
	45°-os irányú	0,90	0,79	1 895 000
	merőleges	1,00	0,86	1 770 000

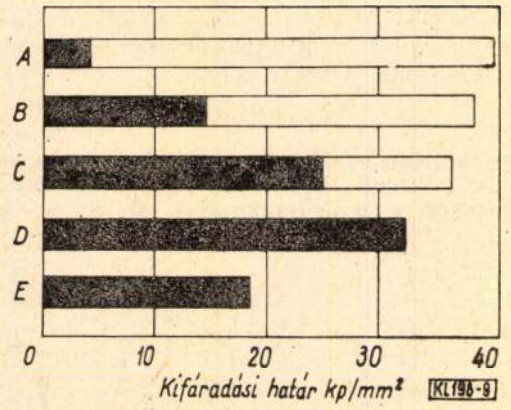
tatjuk be, melyben rugókemény keménységi fokozatú Bz 5 és Alp 58 szalagból különböző irányokban kivágott — Schenck-féle fárasztógépben vizsgált — próbák törésig elszenvedett terhelésváltozásainak számát hasonlítjuk össze. A 20×1 mm keresztmetszetű próbákat egyformán 30 kp/mm² feszültséggel terheltük, a közölt eredmények hat párhuzamos vizsgálat átlagát adják. A táblázatban megadtuk a vizsgált szalag rugalmassági modulusának és rugalmassági határának viszonyszámát is. Látható, hogy az alpakka rugószalagból különböző irányokban kivágott próbák kifáradás szempontjából megközelítően azonosan viselkednek, míg a bronz rugószalagban meglehetősen nagy az eltérés. A rugalmassági határ és kifáradási viselkedés között azonban összefüggés nem állapítható meg. Feltűnő, hogy az ónbronzokból a kifáradás szempontjából legkedvezőbb értékeket a hengerlési irányra keresztben kivágott próbákkal nyertük.

A kifáradási törések legtöbbször felületi hibákból indulnak ki. A *bemetszések*, karcok, a hirtelen, átmenet nélküli keresztmetszet-változások feszültséggyűjtő helyként hatnak és az anyag kifáradási tulajdonságaira különösen kedvezőtlenül. A rugóanyagok szállításakor, tárolásakor és feldolgozásakor ezért nagy gondot kell fordítani a karcok, horzsolódások elkerülésére.

Hasonló okok miatt a szalagból vagy lemezből kivágott erősen igénybe vett rugók vágott

széleit célszerű legömbölyíteni. Rossz kiképzésű horony, vagy furat szintén a rugó korai tönkremenésére vezethet.

A felületi hibákhoz hasonló hatást idéz elő a rugó felületének korróziós megváltozása is. A rugóanyag kiválasztásakor ezért fontos szempontnak kell tekinteni az ötvözet korróziós ellenálló képességét. Ilyen szempontból a rézötvözetek jóval előnyösebbek, mint az acél rugóanyagok. Jellemzésükre a *9. ábrát* mutatjuk be, mely



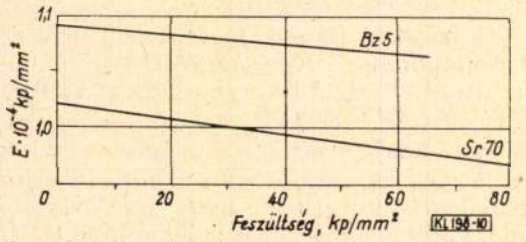
9. ábra. Különböző rugóanyagok kifáradási határának változása sópermetes kezelés után (fekete rész)
A 0,5% C-tartalmú rugóacél, *B* 15% Cr-tartalmú rozsdamentes acél, *C* 18% Cr 8% Ni-tartalmú rozsdaálló acél, *D* berilliumbronz, *E* ónbronz

Richards nyomán [6] különböző acélok kifáradási határának csökkenését szemlélteti sópermetben végzett kezelés hatására. Az ónbronz és a berilliumbronz kifáradási határa azonos kezelés hatására nem változott. Itt említjük meg, hogy korrózió szempontjából az ónbronzok, a berilliumbronz a tiszta rézzel azonos módon viselkedik, az alpakka valamivel erősebben, a sárgaréz méginkább korrodeálódik. A sárgaréz kifáradási tulajdonságára különösen veszélyes lehet az ammóniatartalmú atmoszférában jelentkező interkrisztallin korrózió.

Nagyfontosságú rugók kialakítása szempontjából fontos néhány jellemző

A precíziós rugók készítésekor figyelembe kell venni a rugóanyagok olyan tulajdonságait, melyekre a szokásos rugók készítésekor ritkán gondolunk és melyek azt idézik elő, hogy a készített rugó az ideális rugótól eltérően viselkedik. A következőkben szeretném a rézötvözetű rugóanyagok ilyen jellegű tulajdonságait ismertetni [7].

Általában feltételezzük, hogy az arányossági határig a feszültség és alakváltozás közt lineáris



10. ábra. Rugókeménység ónbronz és sárgaréz huzal rugalmassági modulusának változása a terhelő feszültség hatására (Sayre)

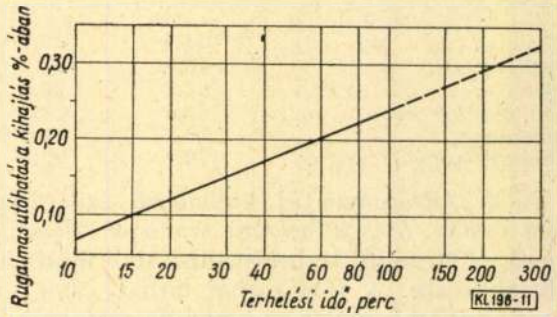
az összefüggés, holott a tényleges feszültségnyúlásgörbe gyengén ívelt, azaz a rugalmassági modulus — ha nem is nagymértékben — de a feszültséggel változik. Ezt mutatja be *Sayre* nyomán a *10. ábra*, mely keményre húzott 5%-os ónbronz és 70%-os sárgaréz huzalra vonatkozik.

A maradó belső feszültségek megváltozásának hatására a rugalmassági modulus a rugó üzemideje alatt megváltozhat, mégpedig rendszerint növekszik, de esetenként csökkenhet is. A változás kb. 5%-os lehet. Mivel a jelenséget a maradó feszültségek idézik elő, kiküszöbölésének legbiztosabb módja a kész rugók fesztelenítő hőkezelése. Itt említjük meg, hogy a nemesíthető ötvözetek megeresztése a maradó feszültségeket megszüntető hatású.

A maradó feszültségek változásának tulajdonítható a rugó null-helyzetének a használati idő során bekövetkező megváltozása is.

A rugalmas utóhatás eredménye, hogy a terhelt rugó alakváltozása az idővel változik, azaz hosszabb idejű terhelés után az alakváltozás nagyobb, mint rövid ideig tartó terheléskor, ha pedig a terhelés megszűnik, a rugó nem tér vissza azonnal a kiinduló helyzetbe, hanem csak egy bizonyos késés után. Bár az irodalomban olyan utalás is található [7], hogy a rugalmas utóhatás a rugó megeresztésével messzemenően csökkenthető, valószínű, hogy a tárgyalt esetben a jelenség nem a tényleges rugalmas utóhatás, hanem a maradó feszültségek előbb tárgyalt megváltozásának következtében jelentkezett. A rugalmas utóhatás a sokkristályos fémek alakváltozási mechanizmusának következménye, így megeresztéssel nem küszöbölhető ki, precíziós rugó készítésekor azonban hatását figyelembe kell venni.

A rugalmas utóhatás mértéke a feszültség és idő függvénye. A tényleges alakváltozás igen kicsiny és mérése igen pontos módszereket kíván. 42 kp/mm² hajlítófeszültséggel terhelt nemesített berilliumbronz rugalmas utóhatásának mértékét az idő függvényében és a rugókihajlás százalékában *Carson* nyomán a *11. ábra* mutatja. Másik,



11. ábra. 42 kp/mm² hajlítófeszültséggel terhelt berilliumbronz rugalmas utóhatása (Carson)

inkább kvalitatív jellegű példa a következő: 1 órás terhelés után a teljes alakváltozás 0,07 százalékának megfelelő rugalmas utóhatást mutató rugóban a terhelés megszüntetése után 2 órával az említett mértékű utóhatás megszűnt, viszont a 25 órás terhelés után jelentkező 0,27%-os nagyságú utóhatás a terhelés megszüntetése után csak hat héttel szűnt meg.

A rugalmas utóhatással azonos okok idézik elő a rugalmas hiszterézist, ami úgy jelentkezik, hogy a rugó növekvő terheléskor fellépő alakváltozása nem esik egybe a csökkenő terheléskor észlelt alakváltozással, hanem a két változó diagramja hiszterézis-területet zár be.

A rugalmassági modulus és természetesen ugyanígy a csúsztató rugalmassági modulus értéke a hőmérséklet növekedésekor csökken és fordítva, hőmérséklet-csökkenéskor növekszik, ennek megfelelően változik a rugó merevsége is. A legtöbb rézötvözet rugalmassági modulusának hőfokténye zője — 0,0003 és — 0,0005/C°, azaz — 0,03 és — 0,05% között változik. Ez az aránylag kis változás legtöbbször csak igen nagy hőfokhatárok közt dolgozó rugókra érdekes.

A berilliumbronz rugókra vonatkozóan még egy jelenségre szeretném felhívni a figyelmet. A berilliumbronz rugalmassági modulusa a nemesítő megeresztés során növekszik és maximumát valamivel hosszabb megeresztési idő után éri el, mint a szilárdság. E jelenség miatt esetleg szükség lehet arra, hogy a berilliumbronzból készült rugókkal a megeresztés után gondosabb vizsgálatot végezzünk, nehogy a számítottól eltérő kihajlást, vagy rugómerevséget nyerjünk.

A relaxációnak nevezett fogalom végeredményben a hosszú ideig terhelt anyagokban nagyobb hőmérsékleten jelentkező kúszással azonos jelenség, melynek következménye, hogy a rugalmassági határnál kisebb feszültséggel tartósan terhelt anyag alakváltozása a terhelési idő növekedésével — ha nagyon lassan is, de — nem visszatérő mértékben maradóvá változik, vagyis idővel a rugónyomás azonos kihajlásakor csökken. Sajnos, a relaxáció mértékére színesfém rugóanyagokra megbízható, kvantitatív adat nem áll rendelkezésre.

Végül szeretném megemlíteni, hogy a hőmérséklet növekedésével a rugalmas utóhatás, a hiszterézis, valamint természetesen a relaxáció mértéke növekszik.

IRODALOM

[1] *Cook, M.—Richards, T. L.—Bidmead, G. F.:* Influence of cold deformation on the Young's modulus of some nonferrous metals. Journal of the Institute of Metals. 1954 (83) 41. old.

[2] *Glockner, R.:* Materialprüfung mit Röntgenstrahlen 1958. Berlin.

[3] *Balázs Fülöp:* Színesfém rugóanyagok előállítása. Mérnöki Továbbképző Intézet 1954.

[4] *Sebastian, H.:* Die Verbesserung der Federungseigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen durch anomale Härtung. Zeitschrift für Metallkunde. 1961. (52) 825. old.

[5] Metals Handbook. American Society for Metals. 1961. Ohio.

[6] *Richards, J. T.:* Beryllium Copper as a Spring Material. Machinery 1949. ápr. 169. old.

[7] Federn aus Kupfer und Kupferlegierungen. Metall 1953 (7) 983. old.

Egyetemi hírek

A művelődésügyi miniszter *dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanárt a Kohómérnöki Kar dékáni tisztségében, *dr. Sulcz Ferenc* egyetemi docenst, a Kohómérnöki Kar dékánhelyettesi tisztségében az 1964/65-ös tanévre megerősítette.

*

Dr. Káldor Mihály egyetemi docenst és *dr. Kiss Ervin* egyetemi docenst a Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány augusztus 1-i hatállyal egyetemi tanárrá nevezte ki.

*

Antal Boza József másodállású egyetemi adjunktust a művelődésügyi miniszter augusztus 1-i hatállyal másodállású docenssé nevezte ki.

*

Az egyetem rektora *Várallyai Béla* okleveles vas- és fémkohómérnököt júl. 1-i hatállyal a Tüzeléstani Tanszékre egyetemi gyakornokká nevezte ki.

*

A NME júl. 1-én és 2-án, illetve 3-án és 4-én tartotta az idei felvételi vizsgákat két csoportban. A Kohómérnöki Kar nappali tagozatára 216 jelentkező közül 85 hallgatót, az esti tagozatra jelentkezett 19 jelölt közül 7 hallgatót, a levelező tagozatra jelentkezett 75 jelölt közül pedig 21 hallgatót vettek fel A Kohóipari Gazdasági Mérnök-Szakra jelentkezett mind a 21 főt felvették.

*

A Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia vendégeként *Szarka Gyula* és *Pintér Károly* egyetemi tanársegédek vezetésével 13 negyedéves kohómérnök hallgató július 15—augusztus 12 között Lengyelországban termelési gyakorlaton vett részt.

*

Dr. Trautmann Rezső építésügyi miniszter *Dojcsák Jánosnak* a megyei pártbizottság titkárának kíséretében augusztus 12-én látogatást tett egyetemünkön. Megbeszélte az egyetem építésével kapcsolatos problémákat, megtekintette az építkezéseket, majd elbeszélgetett az egyetemi önkéntes ifjúsági munkatáborban dolgozó egyetemi ifjúsággal.

*

Az időközben elkészült egyetemi műhelycsarnokban a Kohómérnöki Kar tanszékei közül a Fémkohászattani Tanszék, a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék és a Vaskohászati Tanszék kapott helyet. Az említett tanszékek műhelyeiket és részben laboratóriumaikat átköltöztették az új műhelycsarnokba.

*

A NME tisztségviselői az 1964/65-ös tanévben a következők :

Rektor : *Dr. Zambó János*, a MTA lev. tagja, egy. tanár.
Oktatási rektorhelyettes : *Dr. Simon Sándor*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. tanár.
Esti- és levelezőoktatási rektorhelyettes : *Dr. Gáspár Gyula* egy. tanár.
Tudományos rektorhelyettes : *Dr. Béda Gyula*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens.
Bányamérnöki Kar Dékánja : *Dr. Szilas A. Pál*, a műsz. tud. kandidátusa, egy tanár.
Bányamérnöki Kar dékánhelyettese : *Bocsánczy János* egy. docens.
Kohómérnöki Kar Dékánja : *Dr. Horváth Zoltán*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. tanár.
Kohómérnöki Kar dékánhelyettese : *Dr. Sulcz Ferenc*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens.
Gépészmérnöki Kar Dékánja : *Dr. Terplán Zénó*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. tanár.
Gépészmérnöki Kar dékánhelyettese : *Dr. Gribovszky László*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens.
Gépészmérnöki Kar dékánhelyettese : *Dr. Lévai Imre* egy. docens.

Dr. Farkas Ottó

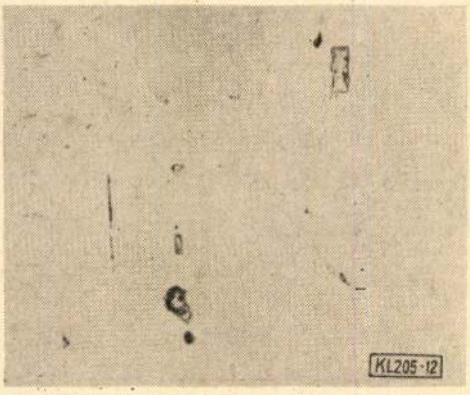
Az MTA 50 acél rideg állapotáról*

Dr. VERŐ JÓZSEF

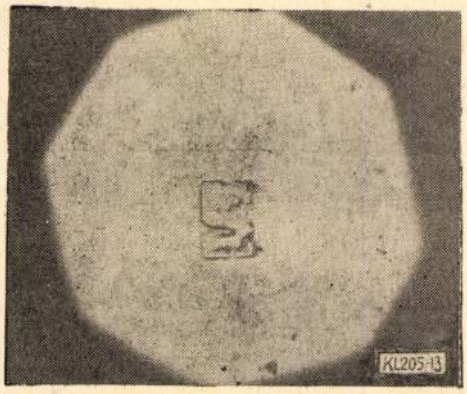
(Folytatás)

DK 669.14.018.25 : 620.171

A kémiai módszerek, köztük az *Akira Adachi* [11] vizsgálata során használt módszer is csak azt az eredményt adták, hogy a nagyobb hőmérsékleten izzított és gyorsan hűtött próbáknak híg savban oldható titán- és nitrogéntartalma nagyobb, mint a kisebb hőmérsékleten austenitesített próbáké. Elemzéseink során következetesen mindig kisebbnek találtuk a próbáinknak híg savban oldható nitrogéntartalmát, mint amennyit az oldékonysági szorzat alapján várnunk kellett. Számítás szerint az *1* jelű acél teljes TiN tartalmának 1100 C°-on már teljesen fel kellett volna oldódnia az austenitben, noha 1200 C°-ról félórás izzítás után vízben hűtött próbáinkban még jelentős mennyiségű oldatlan TiN volt *(12. és 13. ábra)*. A TiN-



12. ábra. 1200 C°-ról vízben hűtött 1 jelű acélpróba. Oldatlan TiN kristályok
Nagyítás 400-szoros, eredeti 500-szoros



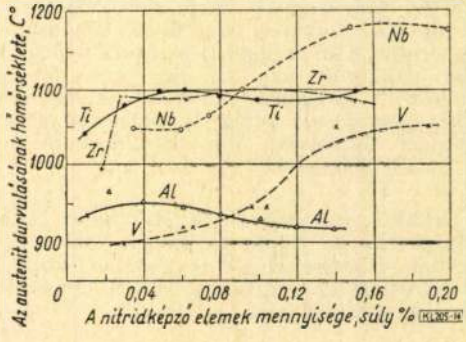
13. ábra. A 12. ábra próbája: a TiN kristályon az oldódás jelei mutatkoznak
Nagyítás 800-szoros, eredeti 1000-szeres

kristályok nem egészen épek, látszik rajtuk, hogy az oldódásuk megkezdődött, csak nem fejeződött be. A mi kísérleti anyagainkban ezek szerint a TiN nagyobb hőmérsékleten oldódik, mint amilyenen a japán kutatók szerint az oldódásuknak végbe kellene mennie. Ennek okát abban látom, hogy a kísérleti lemezeinket több tonna súlyú tuskóból hengerelték. Ezekben nyilván jóval nagyobb méretű TiN kristályok képződhettek a kristályosodáskor, mint *Akira Adachi* néhány kg súlyú tuskóiban.

A kémiai elemzésnek arra is ki kellett volna terjednie, hogy a híg savban oldhatatlan nitridből a TiN és az esetleges AlN mennyiségét mikroanalitikai vagy valami fizikai módszerrel meghatározzuk; erre megint nincsen lehetőségünk. Ilyen körülmények között az oldott állapotú és a nitridként megkötött nitrogén rendszeres meghatározásáról végképp le kellett mondanunk. Az ilyen módszerek eredménye, az acél rideg és szívós állapotának értelmezése szempontjából kétségtelenül nagyon hasznos lett volna, de végeredményben az oldott nitrogén mennyiségéből az acél ütőmunkájának nagyságára vagy a rideg állapotba való átmenetének hőmérsékletére egészen pontosan következtetnünk nem lehet. Az acél felhasználása szempontjából az ütőmunka ismerete közvetlenebbül és többet is mond, mint a nitrogéntartalmának oldott és nitridként megkötött részére vonatkozó adatok.

Ez a gondolatmenet vezetett bennünket, amikor a további kísérletek tervét összeállítottuk. Célunk az volt, hogy a nitridek feltételezett oldódásának és kiválásának körülményeit néhány jellegzetes következmény megfigyelésével derítsük fel. A nitridek oldódásának ilyen következményei az austenit szemnagyságának változásában, az austenit átalakulási folyamatában, az ütőmunka értékében és az acél, vagy inkább a ferrit keménységének változásában nyilvánulhatnak meg.

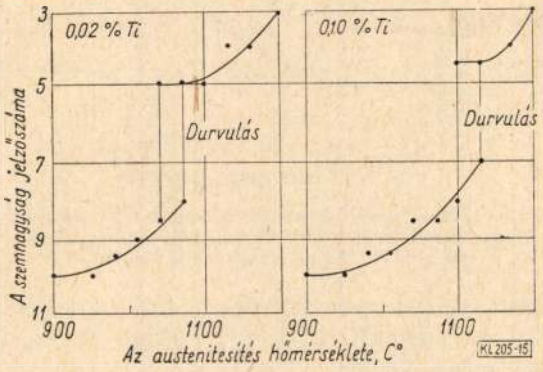
A stabilis nitridek oldódásának elég jól ismert következménye *az austenit szemnagyságának durvulása;* ilyen szempontból az AlN és a VN hatása elég pontosan ismeretes [5], [6]. Újabban *Akira Adachi* és munkatársai [13] részletes összehasonlító kísérleteket is végeztek annak megállapítására, hogy az öt legfontosabb nitridképző elem miképpen hat az austenit szemcsedurvulásának hőmérsékletére. A néhány század százalék titánt, cirkont vagy nióbiumot tartalmazó acél austenitje 1050...1100 C°-on, a tized százaléknál kevesebb alumíniumot vagy vanádiumot tartalmazó acéloké pedig 900...950 C°-on durvul el *(14. ábra)*.



14. ábra. A fontosabb nitridképző elemek hatása az austenit durvulásának hőmérsékletére [13]

* A Kohászati Lapok 1964. 9. számban megjelent cikk folytatása.

Az MTA 50 acéllal a tanszéken végzett kísérletek [17] evvel teljesen egybevágó eredménnyel jártak. *Tranta* részletes vizsgálatai értelmében az MTA 50 acél legfeljebb 1000 C°-on austenitesítve nagyon finomszemű; 1050...1100 C°-on először kisebb számban két-három fokozattal durvább kristályok képződnek, 1150 C°-on vagy ennél is nagyobb hőmérsékleten az izzított MTA 50 acélban már csak durva austenitkristályok vannak *(15. ábra)*.



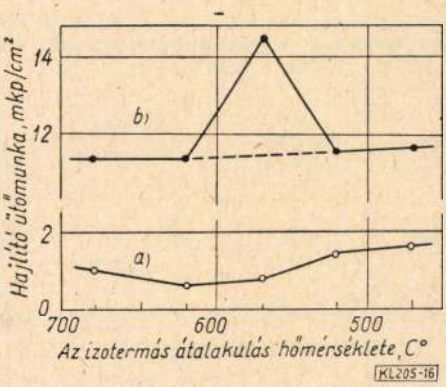
15. ábra. Különböző titántartalmú MTA 50 acél austenitjének szemnagysága az izzítás hőmérsékletének függvényeképpen [17]

A durvulás hőmérséklete valamelyest csökken, ha az izzítás hosszabb ideig tart, ezenkívül pedig — megközelítően egyforma nitrogéntartalmú acélokra nézve — a titántartalom növekedésével kissé nő (15. ábra). Ha ezeket az adatokat *Akira Adachi*nak és munkatársainak [13] megállapításaival összevetjük, nyilvánvaló, hogy *az MTA 50 acél austenitjének durvulása akkor kezdődik, amikor a TiN oldódása ér véget, nem pedig az AlN-é.*

A durvább szemnagyságú austenit tudvalevően lomhábban alakul át, könnyebben edződik, mint az ugyanolyan összetételű, de finomabb szemnagyságú austenit. Annak megállapítása céljából, hogy az eldurvult austenites MTA 50 acél emiatt levegőn hűtve részlegesen nem edződik-e, úgy, ahogy a *Nield* [3] vizsgálta 1,5% mangántartalmú acél edződik, a következő két kísérletsorozatot végeztük.

Az *1.* jelű acélnak 1200 C°-ról levegőn hűtött, kereken 1 mkp/cm² ütőmunkájú próbáit 650 C°-on különböző ideig, de legfeljebb 65 óráig megeresztettük. Ez a kezelés az ütőmunkán nagyon keveset változtatott: legnagyobb értékként 1,3 mkp/cm²-t mértünk. *Az eldurvult szemnagyságú austenitből levegőn való lehűlés közben ezek szerint nem képződik olyan szövetelem, nevezetesen martensit, amely az acélt rideggé tehetné és amelyet megeresztéssel lágyabb, szívósabb szövetelemmé alakíthatnánk át.*

A másik kísérletsorozatban a *2* jelű acélnak 920 illetve 1150 C°-on austenitesített próbáit 470...680 C° között különböző hőmérsékleten végbement izotermás átalakulás után vizsgáltuk meg, hogy a különböző átalakulási termékek képződésének következményeit megismerjük. 680 C°-on ugyanis durva, 580 C°-on finom perlit, 520 és 470 C°-on pedig bainit képződik. A *16. ábrában* feltüntetett eredmény az lett, hogy az 1150 C°-on austenitesített próbák ütőmunkája kivétel nélkül



16. ábra. 900 és 1150 C°-on austenitesített és izotermásan átalakult MTA 50 acél hajlító ütőmunkája
2 jelű acél, a 1150 C°-on, b 920 C°-on austenitesítve

kicsiny, a 920 C°-on austenitesítetteké pedig 10 mkp/cm²-nél nagyobb. *Az austenit átalakulásának hőmérséklete és a képződő termék minősége a közölt határok közt ezek szerint az ütőmunka nagysága szempontjából hatástalan, a lényeges körülménynek az austenitesítés hőmérséklete látszik.* A 16. ábra adatai egyben azt is elárulják, hogy az izotermás átalakulás körülményei: gyors lehűlés az austenitesítés hőmérsékletéről az átalakulásnak Ar_1-nél kisebb hőmérsékletére és az acélnak az utóbbi hőmérsékleten való tartása, nem teszik lehetővé, hogy az austenitesítéskor a ridegséget okozó irányban végbement folyamat az Ar_1-nél kisebb hőmérsékleten az ellenkező irányban is végbemehessen és az acélt szívós állapotba hozza.

Ha elfogadjuk azt a nagyon is kézenfekvő magyarázatot, hogy az MTA 50 acél rideg állapotát a TiN-nek 1100 C°-nál nagyobb hőmérsékleten bekövetkező oldódása okozza, akkor a ridegség okozójának reverzibilis folyamatot tekintünk, hiszen a nagy hőmérsékleten oldódó nitridnek lehűléskor az oldékonysága csökkenése következtében újból ki kell válnia az oldott állapotból. Az, hogy az oldódás és az újból való kiválás megtörténik-e és hogy milyen mértékben, az időtől is függ.

Bár az MTA 50 acél szívós vagy rideg állapotát okozó folyamat megfordítható természete más kísérleteinkből is világosan kitűnik, közvetlen igazolás céljából kettős hőkezelési kísérleteket végeztünk, a *3. táblázatban* összesített eredménnyel. Az *1* jelű acélnak hengerelt állapotában rideg próbadarabjait először 900, 1000, 1100 és 1200 C°-on austenitesítettük, aztán részben kemencében, részben levegőn lehűtöttük. Ez után az első hőkezelés után a mért ütőmunka értékek lényegében ugyanolyanok, mint amilyennek azokat a 2. táblázatban és a 2. ábrában már megismertük. A második hőkezelés 900 vagy 1150 C°-on végzett austenitesítés volt, amelyet szintén kemencében vagy levegőn való lehűlés követett.

A 3. táblázat adatai elsősorban azt bizonyítják, hogy *olyan folyamatról van szó, amely 1150 C°-on a rideg állapotot okozó irányban, 900 C°-on pedig a szívós állapotot létesítő irányban megy végbe.* Az MTA 50 acélt ennek megfelelően tetszésünk szerint hozhatjuk előbb rideg, aztán második hőkezeléssel szívós állapotba, vagy pedig szívós állapotú acélt újabb hőkezeléssel rideggé is tehe-

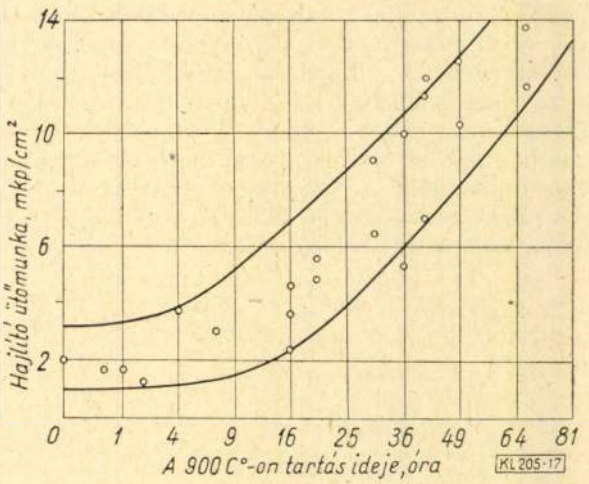
3. táblázat

A ridegítő folyamat megfordíthatóságának vizsgálata az 1 jelű acélon

Első hőkezelés		Ütőmunka, mkp/cm²	Második hőkezelés		Ütőmunka, mkp/cm²
1150°	lev.	1,22	900°	lev.	17,0
				kem.	16,6
	kem.	8,65	900°	lev.	16,4
				kem.	15,0
1100°	lev.	2,12	1150°	lev.	1,5
				kem.	9,8
	kem.	13,9	1150°	lev.	1,1
				kem.	8,0
1000	lev.	16,9	900°	lev.	16,4
				kem.	15,7
	kem	16,9	900°	lev.	15,6
				kem.	17,2
900°	lev.	18,0	1150°	lev.	2,7
				kem.	8,9
	kem.	18,0	1150°	lev.	1,5
				kem.	9,8

tünk. Az utolsó hőkezelés körülményei, elsősorban annak hőmérséklete szabja meg, hogy a levegőn lehűlt acél szívós-e vagy rideg. A 3. táblázat adatai között figyelemre méltó, hogy az 1150 C°-ról kemencében lassan hűlt próbáknak legalább + 20 C°-on jóval nagyobb ütőmunkája van, mint a levegőn gyorsan hűtötteknek ; ez arra mutat, hogy az austenitben végbemenő folyamatnak a szívós állapothoz vezető irányban időre van szüksége.

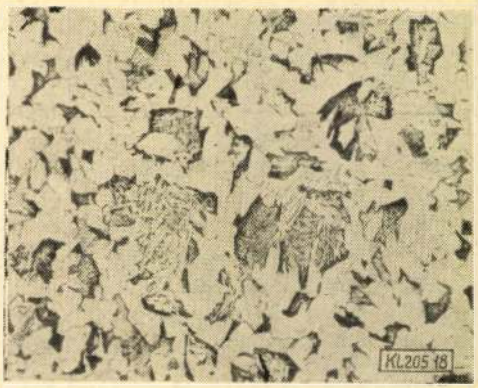
A folyamat ilyen értelmű időszükségletének vizsgálata céljából az 1 jelű acélnak kellő számú, 25 mm vastag próbadarabját 1200 C°-on austenitesítettük és a kemencében 900 C°-ra hűtöttük ; eközben az austenit természetesen megtartotta az 1200 C°-on létrejött szemnagyságát. 900°-ot elérve, két próbadarabot azonnal kihúztunk a kemencéből és levegőn hűtöttünk, a többi próbát pedig kettesével 1...65 óra elteltével húztuk ki a kemencéből, hogy szintén levegőn hűljenek ; ezután 20 C°-on az ütőmunkájukat állapítottuk meg. 900 C°-on az 1. ábra, valamint az oldékonysági szorzat értelmében jóval kevesebb nitrogén oldódhatik a titántartalmú austenitben, mint 1200 C°-on. Az utóbbi hőmérsékleten oldatba ment TiN-nek ezért 900 C°-on újból ki kell válnia az austenitből. *A kiválás folyamata az ütőmunka változásából ítélve nagyon lassú*, amint ez a *17. ábrából* kitűnik. A 900 C° elérésekor azonnal lehűtött próbáknak 1,5...2 mkp/cm² ütőmunkája ugyanis 20 órás tartás következtében még csak 5..6 mkp/cm²-re nőtt, ahhoz pedig, hogy a szabvány szerint megkívánt átlagosan 8, de legalább 6 mkp/cm² értéket kapjuk, 36 óráig kellett tartanunk a próbákat 900 C°-on. Az ütőmunka értéke egyébként még a 65. óra elteltével is növekedőben volt, annak jeléül, hogy a nitrid kiválása az austenitből még ekkor sem fejeződött be. Megjegyezhetjük, hogy



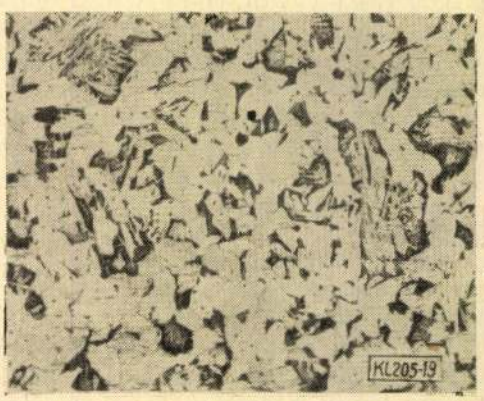
17. ábra. 1200 C°-on austenitesített és 900 C°-on különböző ideig tartott MTA 50 acél hajlító ütőmunkája
1. jelű acél 1200 C°-on 1 óráig austenitesítve

hasonló körülmények között az AlN és a VN kiválása az austenitből [5], [6] szerint ugyanilyen lassan megy végbe.

A 17. ábrában összefoglalt eredményekből még egy lényeges következtetés vonható le. Az 1200 C°-on austenitesített próbák szemnagyságában sem a 900 C°-ig való lehűtés, sem a 900 C°-on való tartás változást nem okozhatott ; ennek következtében a 900 C° elérésekor levegőn azonnal lehűtött *(18. ábra)*, valamint a 900 C°-on 65 óráig tartott próbák szövete *(19. ábra)* teljesen egy-



18. ábra. 1200 C°-on austenitesített, 900 C°-ig kemencében, aztán levegőn hűlt MTA 50 acél szövetképe
a_k = 2,0 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros

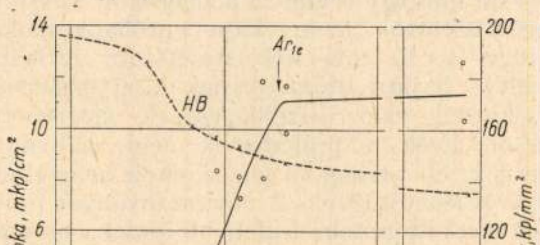


19. ábra. A 18. ábra próbájához hasonló módon kezelt, de 900 C°-on 65 óráig tartott MTA 50 acél szövetképe
a_k = 13,7 mkp/cm². Nagyítás 160-szoros, eredeti 200-szoros

forma volt, az ütőmunkájuk mégis 1 : 6 arányban különbözik egymástól. Ebből az következik, hogy *az MTA 50 acélnak 1100 C°-nál nagyobb hőmérsékleten kialakuló durva szövete a rideg vagy szívós állapot tekintetében lényegében hatástalan.*

Az 1100 C°-nál nagyobb hőmérsékleten oldatba ment TiN sok kísérletünk tanúsága szerint jóval rövidebb idő alatt is kiválik, ha az acélt teljesen lehűtjük, aztán újra felhevítjük mintegy 900 C°-ra (3. táblázat). Olyan megfigyelésünk is van, hogy az 1200 C°-ról levegőn lehűlt acélt nem is kell 900 C°-on fél óráig izzítani, hanem 2—5 perc is elég a szívós állapot előidézéséhez. Ezért célszerűnek látszott, ha megvizsgáljuk, hogy az 1200 C°-on austenitesített MTA 50 acélban a TiN kiválása milyen hőmérsékleten lehet gyors. A korábbi kísérleteinkből már tudtuk, hogy a kemencében való teljes lehűlés közben a TiN legalább olyan mértékben kiválik, hogy + 20 C°-on az ütőmunka 8—10 mkp/cm² legyen. Azt is tudtuk, hogy 900 C°-on vagy Ar_1 alatt a kiválás lassú, vagy nem is megy végbe. A kérdés tisztázása végett a következő kísérletsorozatot végeztük el.

Az *1* jelű acélnak kellő számú próbáját 1200 C°-on izzítottuk a TiN oldása céljából. Ezeket a próbákat 900 és 620 C° között kiválasztott különböző hőmérsékletig lassan, és a kiválasztott hőmérsékletet elérve, levegőn azonnal teljesen lehűtöttük. Az ütőpróbatestnek szánt nagyobb darabokon kívül csiszolatnak való kisebb darabokat is tettünk a kemencébe és ezek közül egyet-egyet mindannyiszor vízben lehűtöttünk, valahányszor nagyobb darabot is húztunk ki. A kisebb edzett próbák mikroszkópos vizsgálatával az átalakulás kezdetének és lefolyásának, valamint befejeződésének hőmérsékletét és időpontját rögzítettük. Így jelölhettük meg a *20. ábrában* az

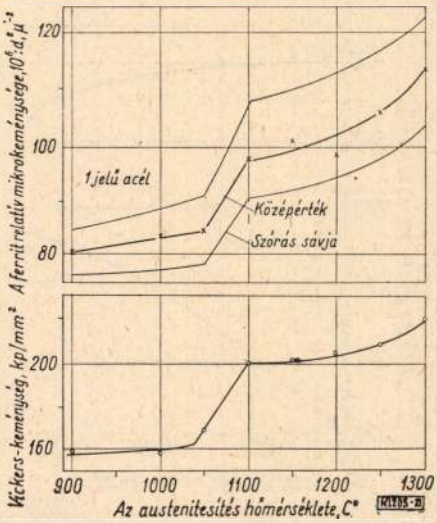


20. ábra. 1200 C°-ról 900...600 C°-ig kemencében, aztán levegőn hűlt MTA 50 acél ütőmunkája és keménysége
1 jelű acél, 1200 C°-on austenitesítve

átalakulás kezdetének Ar_3 és Ar_{1e} hőmérsékletét. Azokon a próbákon, amelyek 900—800 C°-ig hűltek a kemencében lassan, 2 mkp/cm² vagy ennél is kisebb ütőmunkát mértünk ; az Ar_3-nál kisebb hőmérsékletig lassan hűtött próbák ütőmunkája fokozatosan nő, azoké pedig, amelyek a 625 C°-nak talált Ar_{1e} hőmérsékletig hűltek lassan, 10—12 mkp/cm² volt. További, akár a közönséges hőmérsékletig folytatódó lassú lehűlés az ütőmunkát már nem javította.

Ezekből az adatokból az következik, hogy *a TiN kiválása az austenit átalakulásával egyidőben megy végbe*, nyilván azért, mert a képződő ferrit a nitrogént jóval kisebb mértékben oldja. De arra is következtethetünk, hogy a normalizálás kedvező hatása az MTA 50 acél ütőmunkájára nem annyira a mintegy 900 C°-on, a TiN kisebb mértékű oldékonyságának hőmérsékletén végzett izzításnak tulajdonítandó, hanem inkább annak a körülménynek, hogy a normalizált állapotú acél legalább háromszor halad végig az átalakulásnak A_3—A_1 hőmérsékletközén.

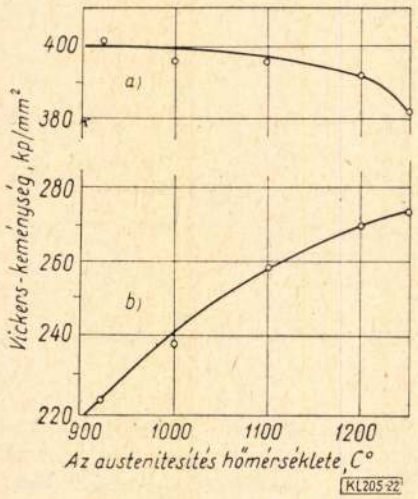
A 20. ábrában szaggatott vonallal feltüntettük a hajlító ütőpróbatestek keménységének változását is. Ugyanaz a folyamat, amely az ütőmunka növekedését okozza, az acél keménységét számottevően csökkenti. A keménység ilyen változásának magyarázatára önként kínálkozott az a feltevés, hogy a rideg állapotú acél ferritje több nitrogént és nitridképző elemet tartalmaz oldva, mint a szívós állapotú acél ferritje. A 20. ábra próbáira vonatkozó keménység értékek azonban nem lehetnek egészen meggyőzők, hiszen azokban az austenit átalakulása nem egyforma körülmények között ment végbe, hanem részben a kemencében lassú, részben meg a levegőn gyorsabb lehűlés közben. Ezért még egy további kísérletsorozatban 900—1300 C°-on austenitesített és levegőn lehűlt 25 mm vastag próbák keménységét, valamint a ferritjük és perlitjük mikrokeménységét mértük a *21. ábrában* feltüntetett eredménnyel. A próbák makrokeménysége mintegy 25%-kal elég hirtelen megnő, ha az austenitesítés hőmérséklete 1050—1100 C°, vagyis éppen az a hőmérséklet, amelyen az austenit szemnagyságának durvulása is a TiN nagyobb arányú oldódására utal. A próbák ferritjének mikrokeménysége teljesen hasonló módon változik, a perlit mikrokeménysége pedig lényegében függetlennek



21. ábra. 900...1300 C°-ról levegőn hűlt MTA 50 acélpróbák keménysége és a ferritjének mikrokeménysége

bizonyult az austenitesítés hőmérsékletétől, sőt az 1300 C°-on izzított próba perlitje valamivel még lágyabb is volt, mint a 900 C°-on izzított próba perlitje. *A keménység változásának oka ezek szerint a ferritben keresendő, pontosabban a nagy hőmérsékleten végzett izzításkor oldatba ment és a gyors lehűlés közben oldatban is maradó elemeknek, a nitrogénnek és nitridképző elemnek tulajdonítandó.*

Ha azt is számításba vesszük, hogy Ar_1-nél kisebb hőmérsékleten az oldatba ment TiN igen hosszú idő alatt sem válik ki, a ferritnek és evvel az acél keménységét úgy is változtathatjuk, hogy az acélt különböző hőmérsékleten végzett austenitesítés után vízben martensitesre eddzük, aztán ugyanazon a hőmérsékleten egyforma hosszú ideig megeresztjük. Ilyen kísérleteink eredményét tüntettük fel a *22. ábrában*. Az *1* jelű kísérleti



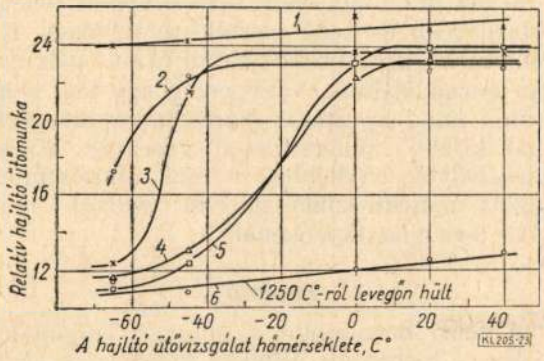
22. ábra. 900... 1200 C°-ról vízben edzett és 650 C°-on 25 percig megeresztett MTA 50 acélpróbák keménysége, a) vízben edzett próbák, *b)* edzett és 650 C°-on 25 percig megeresztett próbák

acél 920 C°-ról vízben edzve és 650 C°-on megeresztve 224 kp/mm², 1250 C°-ról edzve és ugyanúgy megeresztve 273 kp/mm² keménynek bizonyult. Ezt a különbséget is az okozza, hogy az 1250 C°-ról edzett, aztán megeresztett acél ferrites alapanyaga lényegesen több oldott nitrogént és nitridképző elemet tartalmaz, mint a 920 C°-ról edzett. A nitridképző elemmel ötvözött acélfajtáknak, köztük az MTA 50 acélnak is érdekes sajátsága, hogy nagy hőmérsékletről edzett állapotukban is számottevő ütőmunkájuk van (2. táblázat), ez azonban megeresztés következtében mintegy 1 mkp/cm²-re csökken.

Az austenitben nagy hőmérsékleten oldódó nitrid kiválásának lassú folyamata az MTA 50 acél feldolgozását és felhasználását kétségtelenül megnehezíti és a normalizálást teszi elkerülhetetlenül szükségessé, ha nem sikerül lehetőséget találnunk a folyamat meggyorsítására. Elég nehéz lenne ugyanis olyan előírást érvényesíteni, hogy a MTA acél tuskóit, lemezbugáit nem szabad 1100 C°-nál nagyobb hőmérsékletre hevíteni, bár megjegyezhetem, hogy az alumíniummal finomszeművé tett acélfajták feldolgozására ilyen szigorú előírás valóban érvényben van [1]. Más ötvözetfajtákról, például a nemesíthető alumíniumötvözetekről régóta tudjuk, hogy azokban a szegregációs folyamat néhány nagyságrenddel rövidebb idő alatt megy végbe, ha a szegregáltatandó ötvözőfémeket oldatba vivő homogenizáló izzítás után alakítás következik [14]. Ennek az az oka, hogy *a maradó alakváltozás megszaporítja a kristályokban a diszlokációkat, a szegregáló fázis kristályainak csírái pedig a diszlokációkban könnyen és rövid idő alatt képződhetnek.* Ha a nitrogént oldva tartalmazó austenitben a diszlokációk hasonló módon képesek hatni, akkor az üzemi körülmények között is hasznosítható lehetőség kínálkozik a rideg állapot előfeltételének kiküszöbölésére. Hengerlés közben ugyanis az acél hőmérséklete egyre kisebb ; ha sikerül azt elérnünk, hogy az alakítás következtében esetleg gyorsan kiváló nitrid nem megy újra oldatba, akkor az acél hengerelt állapotában, normalizálás nélkül is szívós. Nyilván az acél hőmérsékletétől függ, hogy az alakítás következtében kiváltott nitrid oldódik-e vagy nem. Más szóval, azt kellett megvizsgálnunk, hogy a nitridet oldva tartalmazó, austenites állapotú MTA 50 acélt milyen hőmérsékleten kell alakítani, hengerelni, hogy a nitrid kiváljék az oldott állapotból és újra ne mehessen oldatba.

A kérdés felderítése céljából a következő kísérletsorozatot végeztük el [18]. Az *1* jelű acélból kellő számú, mintegy 10 mm vastagra gyalult lemezcsíkot készítettünk ; ezekből egyszerre 6—8 darabot 1250 C°-on austenitesítettünk. Az első sorozatot a félórás izzítás után 1250 C°-os hőmérsékleten a tanszék kis hengerművén egy szúrással mintegy 6 mm-re hengereltük és levegőn hűtöttük. A többi sorozatok próbáit 1250 C°-ról a kemencében hűtöttük 1100, 1000, illetve 900 C°-ra, ezt a hőmérsékletet elérve azonnal egy szúrással mintegy 6 mm-re hengereltük és szintén levegőn hűtöttük. Az így kapott próbadarabokból mintegy 4×10 mm keresztmetszetű próbatest készült a hajlító ütőmunkának a vizsgálati hőmérséklettel való összefüggésének megismerése céljából. Ezek a próbatestek nem szabványos méretűek, de vastagabb lemezcsíkok hengerlésére nem volt lehetőségünk. A nem szabványos próbatesten mért ütőmunka legfeljebb összehasonlításra használható. Ezért nem is számítottuk ki a fajlagos ütőmunka értékét. Ehelyett a szívósság jellemzésére a $(180° - \alpha) : v$ hányadost használtuk, ahol 180° az ütőgép ingájának a 10 mkp teljes ütésenergiájához tartozó lengésszög, α az inga túllengésének szöge a próba törése után, v pedig a próba vastagsága. Az összehasonlítás teljessé tétele végett ugyanolyan méretű, normalizált, illetve 1250 C°-ról levegőn hűtött, de nem alakított lemezdarabokból készített ütőpróbákat is megvizsgáltunk és az adataikat a *23. ábrában* a különböző hőmérsékleten hengerelt próbák adataival együtt feltüntettük.

Ennek az ábrának adatai világosan utalnak arra, hogy *a TiN kisebb mértékű oldékonyságának hőmérsékletén végzett alakítás az acél szívósságát erősen növeli.* Az 1000 és a 900 C°-on hengerelt próbák még —40 C°-on is majdnem olyan szívó-

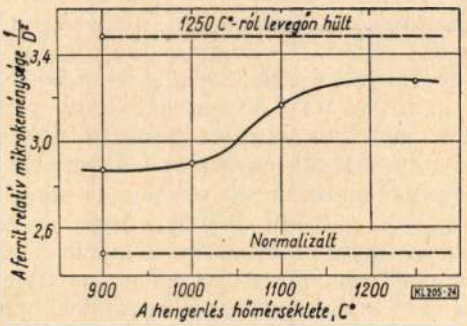


23. ábra. 1250 C°-on austenitesített és különböző hőmérsékleten egy szúrással hengerelt MTA 50 acélpróbák szívósságának összefüggése a hőmérséklettel [18]

1 normalizált, a hengerlés hőmérséklete, *2* = 900 C°, *3* = 1000 C°, *4* = 1100 C°, *5* = 1250 C°, *6* = 1250 C°-ról levegőn hűlt

sak, mint a normalizáltak. Az 1100 és 1250 C°-on hengerelt próbák ütőmunkája 0 C°-on már csökkenőben van, —40 C°-on pedig már megközelíti az 1250 C°-ról levegőn hűtött próbák kicsiny ütőmunkáját. Érdekes egyébként, hogy a kis méretű kísérleti próbáink ütőmunkája +20 C°-on mérve az 1100 és 1250 C°-on végzett hengerlés után is jóval nagyobb, mint a nem alakított próbáké. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a hengerlés ezekben a próbákon is erőteljes nitridszegregációt indított meg, a kivált nitrid pedig újból nem mehetett oldatba, mert a próbák a kis méretük következtében hengerlés után csak nagyon rövid ideig voltak olyan hőmérsékleten, amelyen az oldódás végbemehetett volna.

A *24. ábrában* még bemutatjuk a kísérletek során megvizsgált ütőpróbatestek ferritjének mikrokeménységét az alakítás hőmérsékletének



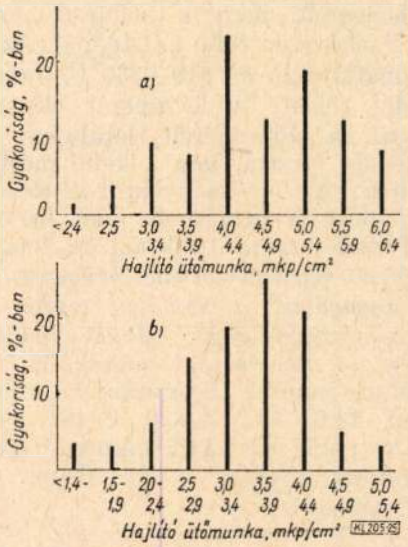
24. ábra. A 23. ábra próbáinak ferritjében mért mikrokeménység értékek [18]

függvényeképpen. Az 1000 és a 900 C°-on hengerelt próbák ferritjének mikrokeménysége mintegy 15%-kal kisebb, mint a nagyobb hőmérsékleten hengerelteké, ami arra mutat, hogy a ferritből valóban hiányzik valami ötvözőelem.

Bár ezek az eredmények nem árulják el közvetlenül, hogy a különböző hőmérsékleten végzett vagy befejezett hengerléssel milyen ütőmunkájú lemezeket gyárthatunk, és hogy azoknak milyen a rideg állapotba való átmenetének hőmérséklete, kétségtelenül bizonyítják, hogy *az 1000 C°-nál kisebb hőmérsékleten végzett alakítás a MTA 50 acél szívóssága tekintetében csak kedvező hatású lehet.* Az üzemben hengerelt lemezekre vonatkozóan gyűjtött adatok, valamint a tanszéktől függetlenül végzett üzemi hengerlési kísérletek ezt a következtetést igazolják.

Üzemi körülmények között végzett vizsgálatok

A 2. táblázattal kapcsolatban már utaltam arra, hogy a mintegy 15 mm-nél vastagabb lemezek hengerelt állapotban gyakrabban ridegek, mint a vékonyabbak. A hőkezelési kísérletek eredményéből arra is következtethetünk, hogy ezeknek a lemezeknek a hengerlését olyan nagy hőmérsékleten fejezték be, amely a termelés mennyisége szempontjából talán kívánatos lehet, de a lemezek minősége szempontjából súlyos hiba. *Vékonyabb lemezek hengerlése a dolog természeténél fogva kisebb hőmérsékleten fejeződik be és ez a lemezek szívósságát számottevően javítja,* amint az a *25. ábrából* is kitűnik.



25. ábra. Különösebb elővigyázat nélkül hengerelt, 10... 15 mm vastag MTA 50 lemezeknek —20 C°-on, valamint öregített állapotban mért ütőmunka értékei

a) hengerelt állapotú 8—15 mm-es lemezek —20 C°-on vizsgálva, *b)* 8—15 mm-es lemezek öregítés után +20 C°-on vizsgálva

Ebben az ábrában az Erzsébet-hídba szánt nagyobb tétel 10—15 mm-es lemeznek —20 C°-on, valamint mesterségesen öregített állapotban +20 C°-on mért ütőmunka értékeinek gyakoriságát tüntettem fel. Az ilyen körülmények között mért ütőmunka a hegeszthető szerkezeti acél minőségének szigorú kritériuma. A MSZ 6280 szabványban erre vonatkozóan nincs ugyan előírás, de elfogadhatjuk az egyéb hegeszthető acélfajtákra érvényes előírást, hogy —20 C°-on legalább 3, öregített állapotban legalább 2,5 mkp/cm² legyen. Ezen az alapon a *25. ábra* szerint a különösebb elővigyázat nélkül hengerelt 10—15 mm-es MTA 50 lemezek 95%-a a —20 C°-on mért ütőmunka tekintetében, 88%-a pedig az öregített állapotban mért ütőmunka tekintetében is megfelel.

Kis hőmérsékleten szokott befejeződni a nem nagyon vastag szelvények, az I- és U-acélok hengerlése is; ezeket normalizálni nem szokás. Az elmúlt években üzemeinkben hengerlési kísérleteket folytattak könnyített szelvények gyártása

céljából. Ezek során A 37.12-, A 42.11- és két nagy szilárdságú mangán-molibdén-acélon kívül MTA 50 acélból is hengereltek I- és U-profilokat. Az utóbbiak hengerelt állapotában a következő mechanikai tulajdonságokat mérték [15]: folyáshatár 43,5—47,0 kp/mm², szakító szilárdság 57,0—59,4 kp/mm², δ_{10} nyúlás 19,3—24,0%, δ_5 nyúlás 25,4—31,0%, kontrakció 46—61%, +20 C°-on a hosszirányú próbatesten mért ütőmunka 20—21, keresztirányú próbatesten 14—15 mkp/cm², —40 C°-on a hosszirányú próbatesten mért ütőmunka 12,5—15 mkp/cm², keresztirányú próbatesten pedig 8—9 mkp/cm² volt. Azt hiszem, hogy ilyen minőségű profilokat nyugodtan felhasználhatunk nagy szilárdságú szerkezeti elemekként.

Szeless Lászlónak a Vasipari Kutató Intézet egyik 1963. évi témabeszámolójában [16] részletesen leírt lemezhengerlési kísérletei teljesen meggyőző eredménnyel jártak. Egyik lemezhengerművünkben 10—35 mm vastag lemezeket oly módon hengerelt, hogy a befejező hőmérséklet csak kevéssel legyen több az Ar_3-nál. Az MTA 50 acélra vonatkozóan ez 810—830 C° befejező hőmérsékletet jelent. A készméret előtt 4 vagy 6 szúrással az előhengerelt darabokat a görgősoron ide-oda járatta, míg a kellő mértékben le nem hűltek. Az eredményekről *Szeless* a nyilvánosság előtt is beszámolt már, ezért azokat nem kell részleteznem. Csak azt emelem ki, hogy *a szabályozott véghőmérséklettel hengerelt MTA 50 lemezek anyagának a szokásos módon definiált átmeneti hőmérséklete kivétel nélkül —45 C° alá esett*, még a 30—35 mm vastag lemezeké is. A 20—35 mm vastag lemezek hosszirányú próbatestjein 20 C°-on 14,6—15,5, —20 C°-on 10,0—12,9, —40 C°-on pedig 9,8—11,3 mkp/cm² ütőmunkát mért keresztirányban —40 C°-on 3,3—4,3 mkp/cm² adódott.

Következtetések

1. Az MTA 50 acélnak üzemben hengerelt, főként a 15 mm-nél vastagabb lemezein tapasztalt rideg állapot annak a következménye, hogy a TiN 1000 C°-nál nagyobb hőmérsékleten oldódik és ennek következtében gyorsabb lehűlés után a ferritben nagyobb mennyiségű nitrogén marad oldva.

2. Az 1000 C°-nál nagyobb hőmérséklet egyéb következményeinek, az austenit szemnagyság durvulásának és a durva szemcséjű austenit megváltozott átalakulási hajlamának a rideg állapot előidézésében nagyon kevés vagy talán semmi része sincsen.

3. A nagy hőmérsékleten oldatba ment TiN — az AlN-hez és a VN-hez hasonlóan — az acél austenites állapotában még mintegy 900 C°-on is csak nagyon hosszú idő alatt válik ki újból. A kiválás folyamata aránylag lassú lehűléskor lényegében az Ar_3—Ar_1 hőmérséklet közben, tehát az austenit átalakulásával együtt megy végbe.

4. 1000 C°-nál kisebb hőmérsékleten végzett alakítás az oldatba ment TiN kiválását erősen gyorsítja, ehhez egyetlen erőteljes szúrás is elegendő.

5. Az MTA 50 acélt kétféleképpen tehetjük megbízhatóan és kellő mértékben szívóssá. Hengerelhetünk különösebb elővigyázat nélkül és aztán normalizálunk, vagy pedig úgy kell hengerelnünk, hogy az utolsó szúrásokat mintegy 900 C°-nál kisebb hőmérsékleten végezzük. Ezek a rendszabályok enyhébbek a csak alumíniummal ötvözött mangán-szilíciumacélra, például a német St 52—3-ra vonatkozókénál.

Zárószó

A fenti beszámolót a Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének az Országos Távlati Tudományos Kutatási Tervben előirányzott egyik témáját lezáró jelentésnek szánjuk. Ezt a munkánkat befejezettnek tekintjük, minthogy a leírt kísérletekkel az MTA 50 acél rideg állapotának okát véleményünk szerint egyértelműen és megbízhatóan felderítettük, ezenkívül pedig a ridegség elhárításának lehetőségeit is megvizsgáltuk. Az elképzelhető, de már nem okvetlenül szükséges további vizsgálatokat megfelelő kísérleti eszközök híján nem tudjuk elvégezni.

Az MTA 50 acél gyártása és felhasználása egy éve lényegében szünetel. 1963 elején ugyanis az MTA 50 acél gyártási és felhasználási problémáival foglalkozó és a Dunai Vasmű kezdeményezésére alakult bizottság az én indítványomra elfogadta azt a javaslatot, hogy az acél gyártását egyelőre szüneteltessük. Ennek alapján az illetékes minisztériumi szerv hasonló értelmű utasítást adott az acélműveknek. Az indítvány talán meglepőnek látszik; közvetlen indító oka az volt, hogy a bevezetőben említett tartózkodás és bizalmatlanság eredményeképpen az Erzsébet-híd számára készülő MTA 50 gyártmányok minősítő és átvételi vizsgálata nagyon bonyolulttá, hosszadalmassá és költségessé fejlődött, olyanná, hogy azt a folyamatos gyártás menetébe már alig lehet beilleszteni.

Az, amit az MTA 50 acélról tudunk, majdnem maradék nélkül a Vasipari Kutató Intézet és a tanszék munkájának eredménye. Üzemeink a legszükségesebb metallurgiai problémák megoldásán kívül nagyon keveset tettek annak érdekében, hogy e gyártmányok minősége is megfelelő legyen. Minden nehézség, főként az eleinte sokféle találgatásra okot adó ridegség csak egyféleképpen volt értelmezhető: az MTA 50 acél nem jó, baj van vele. Az senkinek nem fordult meg az eszében, hogy ezeknek a jelenségeknek más oka is lehet, például a gyártó üzemeink munkája, helytelen munka utasítása. Mindennek eredménye az MTA 50 acél gyártásának szünetelése.

Az MTA 50 acél története végül még két kérdést vet fel. Az egyik az, hogy helyénvaló-e, ha Magyarországon a vaskohászati kutatás új utakon is próbálkozik és nem marad meg a külföldi eredmények reprodukálásánál. Az MTA 50 acél az elmúlt évtizedben még világviszonylatban is új gyártmány lehetett volna. A másik kérdés pedig, ha az elsőre igennel válaszolunk, a következőképpen fogalmazható: vajon honnan teremtjük elő azt a kutató kapacitást, amely a kö-

vetkező másfél évtizedben a gépipar előirányzott fejlesztésére szánt sokféle, kiváló minőségű és nagy szilárdságú acélfajtát kifejleszti és a felhasználás számára elérhetővé teszi, ha egyetlen acélfajtával 12 év alatt sem sikerült boldogulnunk.

IRODALOM

[1] *TGL-Taschenbuch* 1 : DDR Standards Eisen und Stahl. 1962. 122. és 128. o.

[2] *Neumeister H.—Wiester, H. J.:* Legalább 60 km/mm² szilárdságú szerkezeti acél kifejlesztésére irányuló kísérletek. St. u. E., 65 (1945), 1, 36, 62.

[3] *Nield, B. J.:* 1,5% mangánnal ötvözött lágy acél rendellenes szövetének vizsgálata. J. Iron Steel Inst., 199 (1961), 22.

[4] *Verő J.:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. 1960. 435. és 474. o.

[5] *Leslie, W. C.—Rickett, R. L.—Dotson, C. L.—Walton, C. S.:* Az alumíniumnitrid oldódásának és kiválásának folyamata lágy acélban. Trans. Am. Soc. Met., 46 (1954), 147.

[6] *König, P.—Scholz, W.—Ulmer, H.:* Az alumínium, vanádium és nitrogén kölcsönös hatása alumíniummal megnyugtatott, vanádiummal és nitrogénnel ötvözött, kerek 0,2% C-t és 1,5% Mn-t tartalmazó szerkezeti acélban. Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961), 541.

[7] The determination of gases in Metals. Iron Steel Inst., Spec. Rept. 68. sz. (1960), 163. o.

[8] The determination of nitrogen in steel. Iron Steel Inst., Spec. Rept. 62. sz. (1958), 26. o.

[9] *Köster, W.—Kampschulte, G.:* Kis karbontartalmú acél minősítése a csillapító képességének mérésével. Arch. Eisenhüttenw. 32 (1961), 809.

[10] *Dijkstra, L. J.:* Szegregációs folyamatok az alfavasban. J. of Metals, 1 (1949), 252.

[11] *Akira Adachi—Mizukawa Kiyoshi:* A titánnitrid oldódása az austenitben. Technol. Repts. Osaka Univ., 11 (1961), 351.

[12] *Sage, A. M.—Copley, F. E. L.:* Néhány lágy acélfajta vizsgálata szakító és hajlító ütőkísérlettel. J. Iron Steel Inst., 195 (1960), 422.

[13] *Akira Adachi—Mizukawa Kiyoshi—Kakuo Kanda:* Ötvözőelemek, főként a titán hatása az austenit szemnagyságának durvulási hőmérsékletére. Technol. Repts. Osaka Univ., 13 (1963), 894.

[14] *Hardy, H. L.—Heal, T. J.:* Csírák képződésével és azok növekedésével végbemenő folyamatos fémekben és ötvözetekben. The mechanism of phase transformation in metals. Inst. Of Metals /1956/, 33..42. o.

[15] Könnyitett szelvények hengerlési kisérletei. A Vaskohászati Igazgatóságon az Akadémia Kohászati Bizottsága részére készített beszámoló. 1963.

[16] *Szeless L.:* Durvalemezhengerlés szabályozott hengerlési véghőmérséklettel. Előadás a Kohászati Szabadegyetemen, 1963. szept.
Das Walzen vob Grobblechen mit geregelter Endwalztemperatur. Előadás a Ges. D. Berg- u. Hüttenleute 1963. évi közgyűlésén, Erfurt, 1963. okt. A Vasipari Kutató Intézet 1963. évi jelentése.

[17] *Tranta F.:* A titánnitrid hatása az austenitszemnagyság változására. Pályázati munka a Nehézipari Műszaki Egyetemen, 1964.

[18] *Tardi P.:* Diploma-tervezőmunka, Miskolc, 1964.

Műszaki és gazdasági hírek

Jugoszlávia 1963-ban 1 285 000 t *bauxitot* bányászott ki az 1962. évi 1 332 000 t-val szemben. A bauxit termelést 1970-re 3 millió t-ra szándékoznak növelni.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

A **jugoszláv** *kohóalumínium* előállítása az 1962. évi 27 980 t-ról 1963-ban 35 895 t-ra emelkedett. A termelést a tervek szerint 1970-re 200 000 t-ra fogják növelni.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

A **jugoszláv** színesfém tanács a gazdasági tanácstól a megkezdődött 7 éves tervben az *alumíniumipar* erősebb támogatását kívánta. A színesfémtanács szerint Jugoszlávia mind a bauxitjának mennyisége, mind minősége révén az európai államok élén áll. A színesfémipar s azon belül főként az alumíniumipart a többi gazdasági ággal szemben el hanyagolták. Ezt az elhanyagolást a 7 éves terv folyamán fel kell számolni. Megfelelő intézkedések révén évi 14%-os termelésnövelést lehetne elérni. A színesfém tanács szerint a bauxit gazdaságtalan exportja helyett kohóalumíniumot és alumíniumfélkészgyártmányt kellene exportálni, hisz a világpiacon állandóan nő az érdeklődés a színesfémek iránt.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Ghanában Tema kikötő közelében az építendő *alumíniumkohó* munkálatai egy kikötő építésével megkezdődtek. A kikötőre a nagysúlyú anyag partra szállítása miatt van szükség.
Alumínium 1964. 4. sz.

*

Venezuela *vasérc* kincsét 835,5 millió t-ra becsülték 1963-ban. Az ércvagyon területét az 1963. évi felmérés szerint 28 893 hektárban állapították meg, ennek kb. 15%-án 4300 hektáron folyik bányászás. 1963-ban 11,75 millió t ércet bányásztak. A vasérc-övben még további 680 millió t tartalékot remélnek. Az eddigi termelést és exportot a következő táblázat szemlélteti 1000 t-ban

Év	Termelés	Export
1953	2 296	1 973
1956	11 105	11 342
1959	17 201	17 000
1962	13 266	13 310
1963	11 747	12 295

St. u. E. 1964. 13. sz.

*

Az **NSZK**-ban a *finomlemez* csomagoló ipar termelése

	1962	1963
	t	
Élelmiszeripar		
konzervdoboz	167 798	174 403
egyéb csomagolás	66 620	62 881
Vegyipar		
műszaki csomagolás	112 202	111 426
gyógyszer csomagolás	19 371	21 964
Lemezzárak	8 727	10 141
üveg koronazár	18 011	10 342

St. u. E. 1964. 13. sz.

*

Az **NSZK**-ban az *olaj* és *földgáztermelés*

	1962	1963
Olaj, t	6 776 353	7 382 700
Földgáz, 10^3 m³	616 492	914 994

St. u. E. 1964. 13. sz.

Pilgerhengerművi vízfékes adagoló-léghenger kinematikai és dinamikai vizsgálata*

GRUBER IMRE

A dolgozatban használt jelölések :

a_1	gyorsulás,	$m\,s^{-2}$
a_2	lassulás,	$m\,s^{-2}$
a_3	gyorsulás,	$m\,s^{-2}$
a_4	lassulás,	$m\,s^{-2}$
d	a kaliber átmérő,	mm
D	a hengerátmérő,	mm
E	mozgási energia,	mkp
l_2	a meghosszabbodás,	mm
L	számítás útján kapott lökethossz,	mm
m	a mozgó tömeg,	$kgm^{-1}.s^{-2}$
M	előtolás,	mm
n	a közepes hengerfordulat,	$ford \cdot perc^{-1}$
P_2	a mozgó tömegre ható eredőerő kifutáskor,	kp
P_3	a mozgó tömegre ható eredőerő gyorsításkor,	kp
P_4	a mozgó tömegre ható eredőerő fékezéskor,	kp
R	a henger elméleti dolgozó sugara,	mm
R_1, R_2, R_3	a kaliber különböző keresztmetszetében dolgozó sugarak,	mm
S_1	a hengerlő szakasz lökethossza,	mm
S_2	a kifutó szakasz lökethossza,	mm
S_3	a gyorsító szakasz lökethossza,	mm
S_4	a fékező szakasz lökethossza,	mm
t_1	a hátratolás időtartama,	s
t_2	a kifútás időtartama,	s
t_3	a gyorsítás időtartama,	s
t_4	a folyadék fékmunkájának ideje,	s
T_A	az adagolási idő,	s
T_H	a hengerlési idő,	s
v, v_1, v_2, v_3	a mozgó tömeg sebessége,	$m \cdot s^{-1}$
$X_S = \frac{d}{\pi}$	hányados,	mm
α	a henger munkaszakaszának radiánban mért központi szöge,	rad
λ	az induló és a kész keresztmetszet aránya	
μ	súrlódás	

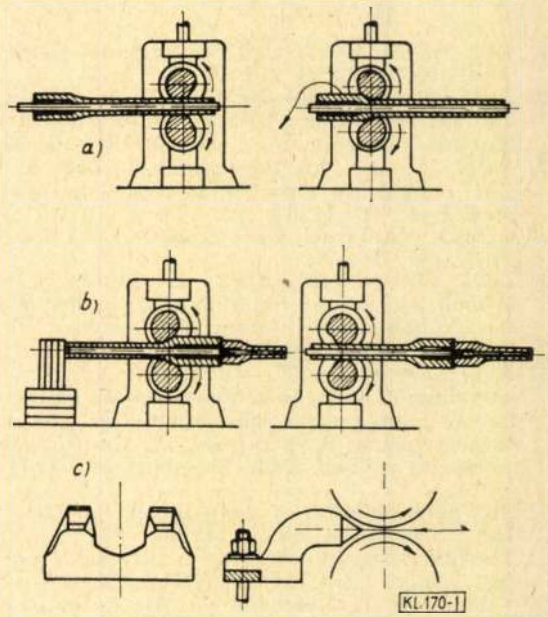
A Mannesmann-rendszerű csőgyártás lyukasztó eljárásának eredményes tökéletesítése után ma már csak a nyújtó hengermű meglehetősen bonyolult berendezésének fejlesztésén múlik a többtermelés lehetősége.

Pilgerhengerléskor a hengerek a nyers csövet forgás közben szűkülő kaliberükkel befogják, majd a benn elhelyezkedő tüskén vékonyfalú csővé lenyújtják, miközben visszatolják az anyagot. Ezután 90°-os elforgatással a kívánt mértékű előtolással M ismét a hengerek közé jut az adagoló berendezés segítségével a nyers cső egy újabb darabja és a művelet ismétlődik.

Az eljárás szabadalmaztatásakor, az 1890-es évek elején a hengermeghajtás kivételével az adagolást, forgatást és az előtolást mind emberi erővel végezték.

Az 1890—91-es állapot *(1. ábra a)* a pilgerezés előre irányuló szakaszát ábrázolja. A kezdés bizonytalan, végzés közben fennáll a túl nagy anyagalakítás veszélye és ez a pilgerhenger töréséhez vezethet.

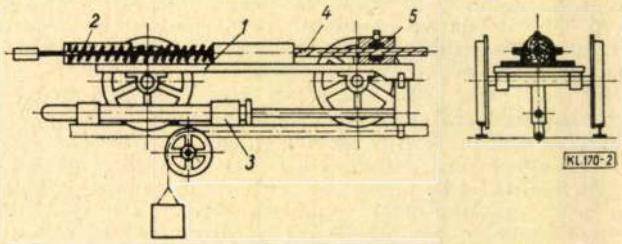
Az 1891—92-es állapot (1. ábra *b*) a pilgerezés hátrafelé irányuló szakaszát mutatja, ami a jelenlegi hengerlő munkamenettel megegyezik. Az előtolás beszabályozására szolgáló kezdetleges csővégütköztetés első módja itt jelenik meg.



1. ábra. Pilgerhengerlési eljárások keletkezése
a előrepilgerezés elve, *b* hátrapilgerezés csővégütköztetéssel, *c* állványra szerelt pilgerfejütköző előtolás beszabályozásához

Az 1892-es évben használják először a lendületbe került tömegek fékezésére az állványra szerelt ütközőt (1. ábra *c*).

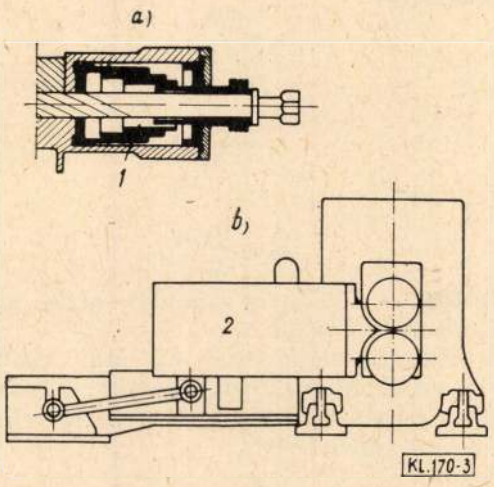
Később a kézi erő embertelen igénybevételének megszüntetése érdekében *(2. ábra)* egy kocsira szerelt rugó végezte az adagolás műveletét. Az előtolást hidraulikusan, a forgatást menetes rúddal és kilincsművel gépesítették.



2. ábra. Kocsira szerelt előtolóberendezés adagolást végző rugóval, 90°-os forgatóberendezéssel és hidraulikus mozgatással
1 adagoló rugó, *2* kilincsmű, *3* visszahúzó henger, *4* forgatórúd, *5* kilincsmű

Zavarokat okozott, hogy az anyag túlharapását meggátló ütköző, amely a hengerállványra volt felszerelve, erős ütőigénybevételnek tette ki az állványt. Ekkor próbálkoztak az adagoló berendezésen elhelyezett rugós ütköző *(3. ábra)* beépítésével, majd később a régebbi ütközőt az állványtól függetlenített üllő tőkeként nagy súlyúra képezték ki.

* Előadásként elhangzott az Acélcsőgyártó Konferencián, 1963. okt. 24-én.



3. ábra. Ütközők

a előtolóberendezésre szerelt acélrugós ütköző, *b* állványtól független ütköző, *1* dugattyúrúd, *2* lapos tekercsrugó, *3* ütköző

Az acélrugó a nagy mozgó tömegek fékezésekor gyakran eltört, ekkor nem tudta feladatát elvégezni és emiatt a hengerekre vivődött át a túlzott dinamikai hatás.

Az üllőtőkék gazdaságtalan, nagysúlyú (25 t) berendezések voltak. Az állványról és meghajtó szerkezetekről a terhelést átvették ugyan, de így a kihengerelt cső eltávolítása csak nagy időveszteség árán volt végrehajtható.

További felhasználását az hiusította meg, hogy a nyerscső felverődése miatt a készcső selejtessé vált.

Később az adagolást gőz-, majd léghenger segítségével végezték, ami kiküszöbölte a kezdetleges visszalökő rugó munkáját. A mozgó tömegerők fékezését megoldó, legnagyobb problémát okozó berendezéseket, a légfék és folyadékfék különböző változatait az 1910-es évek folyamán szabadalmaztatták.

A törekvések arra irányultak, hogy igyekezzenek csökkenteni az állandóan mozgó tömegeket, a figyelmet a gyorsításra és a lágy fékezésre fordították, ami a termelékenységet növeli és megóvja a gépi berendezés épségét. A *4. ábra* ezt kívánja szemléltetni.

A léghengertől külön elhelyezett két, később egy vízfék még sok felesleges tömegmozgatást kívánt. A 4. *c* ábra rajza az 1930-as évekből az egyik leggyorsabb munkára alkalmas kivitelt mutatja. A lökethossz változása a 90°-os forgatás biztosítása miatt a csavarulatos rúd cseréjét teszi szükségessé, s ezt teszi könnyebbé a 4. ábra *d* rajzán bemutatott vízfékes léghenger.

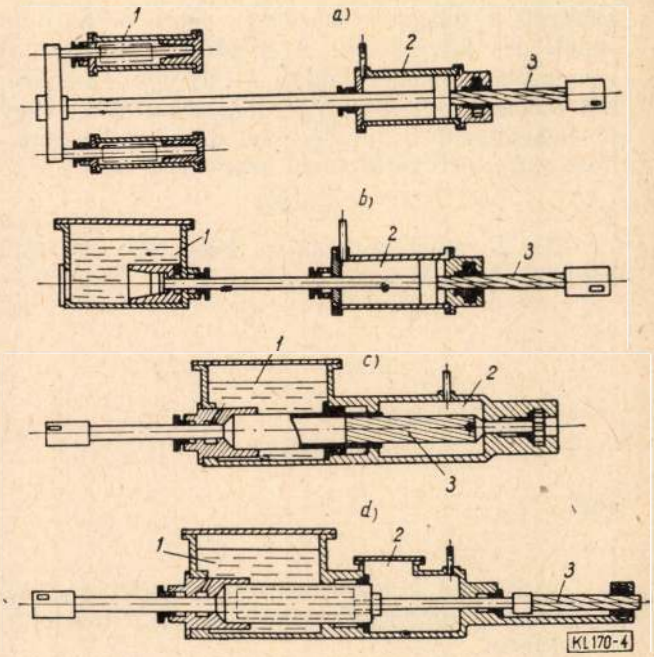
Megemlítem, hogy csőgyárunkban a fékhatás elérésére az előbb felsorolt megoldások majdnem mindegyike még használatban van.

E történeti visszapillantás után megállapítható, hogy a tökéletes pilgerhengerművi adagolóberendezésnek milyen követelményeket kell kielégítenie :

A szerkezet mozgását szigorúan össze kell hangolni a hengerek forgásával,

a harapás pillanatára a hengerlendő anyagot az első végállásig előre kell juttatnia,

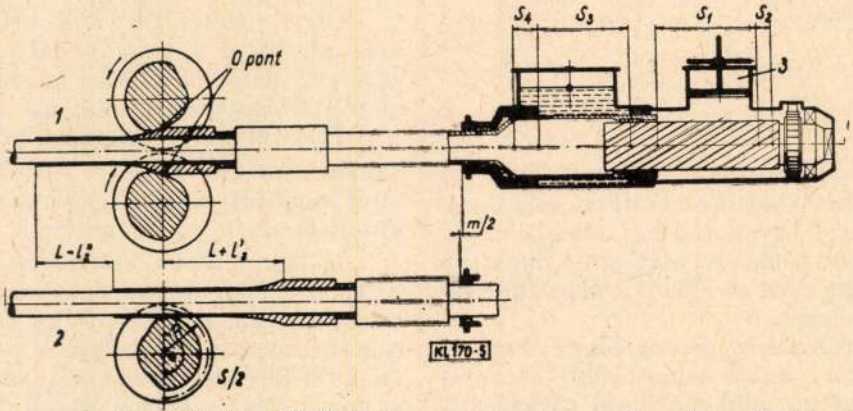
a fékberendezésnek biztosítania kell a mozgó



4. ábra. Folyadékfékek

a kétoldali különálló fékhengerekkel

b hengerlés tengelyében elhelyezett különálló vízfék, *c* lég- és vízfékhenger összeépített megoldása, *d* összeépített vízfékes léghenger gyors spirálforgató cseréhez, *1* vízfékes henger, *2* léghenger, *3* spirális forgató



5. ábra. Vízfékes előtoló léghenger az egyes munkaszakaszokkal

A betűk magyarázata a szövegben, 1 kezdés, 2 végzés

tömegek gyors, de fokozatos (lágy) lefékezését nulla sebességre és

az optimális előtolást tartani szükséges.

Áttérve az egy hengerfordulat alatt lejátszódó folyamatok vizsgálatára, két fő ütemet különböztetünk meg *(5. ábra)*:

1. ütem balról jobbra hengerlés,
2. ütem jobbról balra adagolás.

Az első ütemben a henger először a dolgozó ívszakasz vetületének megfelelően az S_l lökethosszal visszatolja a dugattyút, majd elengedi a mozgó tömegeket, melyek mozgási energiájukat a dugattyú hátsó oldalán ható nyomás következtében az S_2 útszakaszon elvesztik, lassulnak és megállnak.

A hátsó holtpontból indul az adagolás üteme, amely alatt a légnyomás a hengerléssel ellentétes irányban az S_3 úthosszon gyorsítja a dugattyút, majd a dugattyúnak a vízfékhüvelybe való behatolásakor megkezdődik a fékezés S_4 útszakasza, amelyet a hengerek harapása fejez be. Ez után ismétlődés következik. A megtett útszakasz S_1 hossza függ a henger dolgozó átmérőjétől, a hengerelt cső méreteitől, a pilgerhenger profiltól, vagy jó közelítéssel a ténylegesen dolgozó hengerívhossz kifejtett vetületével azonosnak vehető

$$S_1 = R\alpha,$$

Az R meghatározására különféle egyszerű képletek használatosak:

$$R = \frac{D - \frac{d}{2}}{2}$$

Lobkovitz szerint

$$R = D - 2X_s,$$

ahol $$X_s = \frac{d}{\pi}.$$

A változó kaliberkiképzést (R_1, R_2, R_3..R_6) dolgozó sugarak) figyelembe véve az R meghatározandó az

$$R = \frac{1}{6}(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6)$$

átlagszámítással.

Az S_1 út meghatározása után a hengerfordulat ismeretében a hátratolás átlagsebessége és időtartama kiszámítható:

$$v_1 = \frac{2R\pi \cdot n}{60},$$

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1}.$$

Ezek a S_1 hátrahaladási hosszra vonatkozó közelítő számítások gyakorlatilag elfogadhatók. Ha finomítjuk e számítás elvi alapjait, a dugattyú útja rövidül, tehát csak az elhanyagolásokkal kapunk helyes értékeket.

Az S_2 kifutószakasz hossza függ a mozgó tömeg nagyságától: m-től, sebességüktől, a hátsó légtérnek a dugattyú felületére ható nyomásától és a súrlódó erőktől, P_2-től.

A lassulás

$$a_2 = \frac{P_2}{m},$$

az idő

$$t_2 = \frac{V_2}{a_2},$$

az út

$$s_2 = \frac{a_2}{2} t_2^2.$$

Az $S_1 + S_2 = L$, amit a számítás útján kapott lökethossznak nevezzük.

A vízfékig megteendő S_3 utat ismerjük, mivel a vízfék hüvelyhossz S_4 adott, továbbá a dugattyúra ható nyomások, a súrlódó erők, P_3 s a tömeg, m ismeretében

a gyorsulás

$$a_3 = \frac{P_3}{m}$$

az idő

$$t_3 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_3}}$$

a sebesség $v_3 = a_3 t_3$ egyenletből számolható.

Az S_4 szakaszra érvényes út, sebesség, gyorsulás és idő abból kiindulva határozható meg, hogy v sebességgel érkező tömegek mozgási energiája: $E = 1/2\ mv^2$ az S_4 úton a vízfékben átalakul. A mozgó tömegre ható eredő erő

$$P_4 = \frac{E}{S_4},$$

a lassulás

$$a_4 = \frac{P_4}{m},$$

az idő

$$t_4 = \frac{2S_4}{a_4}.$$

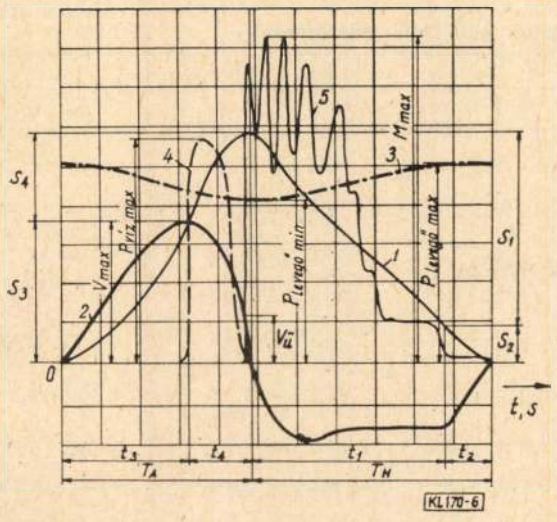
Az ilyen számítások csak irányadó értékeket adnak, s arra szorulnak, hogy egy működő adagolóberendezés üzeme közben mért adatokkal kiegészítsük őket.

Mivel a löketszámítás csak közelítő, a nyomásváltozások bizonytalanok, a légtérben végbemenő folyamatokat nem ismerjük, a μ súrlódás becsült, a sebesség hengerfordulaton belül is változik, majdnem minden eredmény bizonytalan.

Olyan méréseket kell tehát végrehajtani, amelyek során a valódi adatokat megkapjuk és egyrészt helyesbíthetjük az elvi számításokat, másrészt magyarázatot kapunk az eltérés okára.

Ezért kívánom tárgyalni a Csőgyár 6—12-os" nagyhengersorán a Csepel Művek Tervező Irodája által irányított mérések, valamint az irodalomban közölt eredmények diagramjait.

6. ábra, 1. görbe. Az útgörbe változását a hátsó holtpontból kiindulva vizsgáljuk. A null-vonaltól először lassan, majd egyre gyorsabban emelkedik a görbe, miután egy inflexiós ponton áthaladt — amely a folyadékfékezés kezdődő hatását jelzi — a növekedés csökkenő értékű lesz. A hengerlési szakaszban az út változása az idővel közel line-



6. ábra. Összesített diagram az út, a sebesség, a légnyomás, a víznyomás és a hajtószárakban ébredt nyomaték időbeli változásáról

1 az útgörbe (cm), *2* a sebességgörbe (cm s^{-1}), *3* a légtérben uralkodó nyomásgörbe (kg/cm²), *4* a vízfékben lezajló nyomásváltozás (kg/cm²), *5* a hajtószárban ébredő nyomaték (mt)

árisnak mondható. A henger harapó szakaszában nagyobb, a szabadkifutásban kisebb az időegységre jutó út.

Az egyes útszakaszok megtételéhez szükséges időt egy adott hengerfordulaton belül a hengerprofil szabja meg. Ezért a hengerprofil görbéjének kialakításakor az adagolási és hengerlési idő arányait úgy kell megválasztani, hogy figyelembe kell venni a jó csőminőségen kívül — ami növeli a hengerlési időt — a mozgások összefüggéseiből és a dinamikai hatásokból adódó T_A időigényt is. Az adagolásra és ezen belül a folyadékfék munkájára eső idő, t_4 helyes megválasztása a többtermelés szempontjából döntő fontosságú.

A számított lökethossz a gyakorlatban kialakultnál kisebb, noha a lökethosszt számításakor a henger dolgozó ívének kifejtett görbéjével vesszük azonosnak, holott csak a vetület a helyes. Ezért indokolt, hogy a következőkben felsoroljuk a lökethossznövelő tényezőket.

a) A térfogatállandóság törvénye alapján pl. 50%-os keresztmetszetcsökkenéskor a megnyúlás a kihengerlés irányában kétszeres. A pilgerhengerlés során is az egy fordulatra eső meghosszabbodás

$$l_2 = \lambda \cdot M,$$

de a megnyúlásnak csak egy része l'_2 jelentkezik a hengerlés irányában, ez viszont növeli a dugattyú út hosszát (5. ábra). A meghosszabbodás, l_2 felbontható két részre, l'_2-re és a hengerlés irányával ellentétes nagyobb részre l''_2-re (5. ábra).

b) A hengerelt anyag belsejében elhelyezett nyújtótüske miatt nem tisztán képlékeny alakváltozás okozta anyagáramlás megy végbe. Az alakítást nem szenvedő tüske és a rajta ébredt tapadó erők következtében a lökethossz az alakos körüregből számolt kijövő hossznál nagyobb.

c) A harapás a hengerrajz szerinti 0-pont előtt bekövetkezik, egyrészt, mert a nyers cső eszményi átmérője hengerlés közben egyre növekszik (a hengerekbe való ütődés következtében), másrészt az üregtúltöltés okozta kidudorodás és az anyag függőleges mozgása miatt a henger az elméletileg számítottnál előbb kezd dolgozni, így a hátratolás nagysága megnövekszik.

d) Amikor a hengerpár befejezi az alakítást, a cső az alsó hengerre támaszkodik (függőleges mozgás), s a súrlódóerő következtében egy további lökést kap, ami ugyancsak növeli a lökethosszt.

e) Hengerlés közben az adagoló berendezés fél előtolásnyi hosszal előbbre kerül, tehát a dugattyú útja hátrafelé aránylag meghosszabbodik s ezzel azonos úthossz befutását kell az adagolási ütemben biztosítani.

6. ábra, *2.* görbe a sebességgörbe. A sebesség vizsgálata még többet mond a folyamatokról. A hátsó légtérben levő sűrített levegő nyomása fokozatosan gyorsítja a dugattyút. Majd az expanzió, valamint a nem teljes levegő-utántöltés következtében a nyomás csökken, a sebességnövekedés kisebb lesz és a dugattyúnak a vízfékbe való behatolásakor éri el a maximumát. Ezután a vízkiszorítás függvényében lassulnak a mozgó tömegek.

A sebességgörbén az egyenesbe hirtelen átmenő törés arra utal, hogy az anyag már megállása előtt érintkezik a hengerekkel és az ütési energia egy részét nem a fék fogja fel, hanem az alakító berendezés csökkenti le a sebességet nullára.

Ezután a hengerek nyújtás közben az anyagot visszafelé kezdik gyorsítani. A növekvő alakító sugár következtében a sebesség is nő, a görbe csúcsot ér el, majd a simító szakaszban kisebbé, közel állandóvá válik a sebesség. Magyarázatot követel, hogy miért nem a legnagyobb dolgozó sugáron (simító szakaszban) legnagyobb a sebesség? Ez azzal indokolható, hogy a harapó szakaszban a hengerlés irányában bekövetkező megnyúlásból, l'_2-ből eredő előresietés megnöveli a dugattyú sebességét, ezt követően pedig az alakítás okozta nyomatéknövekedés egy hengerfordulaton belül csökkenti a kerületi sebességet.

A kifutószakaszban a sebesség közel lineárisan nullára csökken.

A 6. ábra *3*-as görbéje a légtérben uralkodó nyomásokat ábrázolja. A térfogatarányok ismeretében az állapotváltozás jellege meghatározható.

A 4-es görbe a vízfékben lezajló nyomásváltosokat mutatja és csak arra a rövid útszakaszra korlátozódik, amikor a vízfék működik. A víz gyakorlati összenyomhatatlansága miatt a nyomás hirtelen felszökik. Ez egyértelműen az útgörbe inflexiójával és a sebességgörbe maximumával esik egybe.

A vízfékre háruló feladat tehát, hogy az $E = 1/2\,mv^2$ kinetikai energiát nullára csökkentse. A mozgó rendszer súlyának és sebességének változását kell figyelemmel kísérni.

A darabsúly növeléséből eredő súlyváltozás csak másodrendű kérdés, mivel tömeggel számolunk. Döntőbb, hogy a végsebesség négyzetét kell figyelembe venni az energiameghatározáskor. Ebből adódik, hogy a fékezésre a legkedvezőtlenebb hatást akkor kapjuk, ha a hengerfordulat nagy (vagyis kisebb csőméretek hengerlésekor).

1. táblázat

A kísérleti mérések alapján nyert adatok különféle csőátmérőre

	Mértékegység	Csőméretek		
		6 5/8"	8"	12"
Levegőnyomás max.	kg/cm²	6,7	6,53— 6,65	6,65— 6,7
Levegőnyomás min	kg/cm²	3,8	4,55— 4,61	4,8 — 4,86
Víznyomás, max.	kg/cm²	19	40,5 —41,6	31,5 —34,7
Max. sebeség	m/s	3,9 —4,1	2,9 — 3,4	2,6 — 3,1
Beütési sebesség	m/s	0,7 —1,5	0,7 — 1,5	0,6 — 0,9
Ciklus idő	s	0,97—0,98	1,29— 1,36	1,39— 1,48
Hengerlési idő	s	0,58—0,59	0,84— 0,9	0,87— 0,95
Adagolási idő	s	0,39—0,39	0,45— 0,46	0,52— 0,53
Hengerfordulat	1/perc	61,1	44,2 —46,7	40,6 —43,2

Az *1. táblázatból* is láthatjuk, hogy a kritikus értékeket itt kapjuk. A vízfék sebességcsillapitása ekkor a legrosszabb és az állvány, valamint a meghajtó berendezés jelentős igénybevételnek van kitéve. (Az érkezési sebesség a legnagyobb).

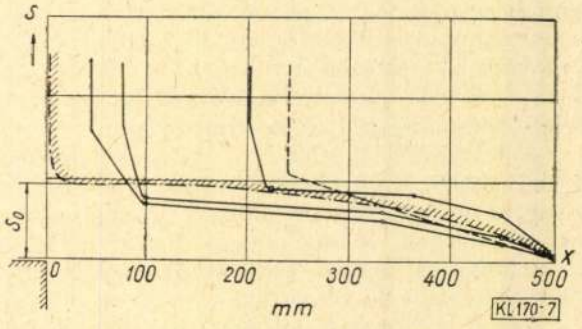
Erről tanuskodik a hajtószárban ébredő nyomaték nagyságát ábrázoló 6. ábra *5.* görbéje is. A nagy lengő nyomatékváltozásból eredő erők az alapozás kellemetlen meghibásodását okozzák, s ezen kívül még problematikusabb a meghajtást közlő és kapcsoló elemekre kifejtett hatásuk. Hengerlés közben a szerkezetek a nagy tömegükből és rugalmas kapcsolatukból eredően dinamikus nyomaték-képződéssel járó lengésbe jönnek. A lengések amplitudója a külső terhelés sebességével növekszik s kedvezőtlen esetben — amikor az anyag ütközési sebessége nagyobb a megengedettnél — a keletkező nyomatékmaximumok meghaladhatják a hajtóelemek legnagyobb elviselhető terhelését és törésekhez vezetnek. Csakis ezzel magyarázhatók meg a gyakori törések pilgerműveken, valamint hogy a túlzott mértékű alakítástól a hengerek ugyan nem törnek el, de a közlőművek jóval erősebb csapjai elcsavarodnak. Ugyanis ezt megelőzően a dugattyúszár törésekor a mozgó tömegek a korlátlan előtoláson kívül fékezés nélküli sebességgel vágódnak be a hengerek közé.

A csőgyári pilgerhengerművek vízfékes léghengerén tapasztalt néhány jelenséggel kívánok még foglalkozni.

Ha az eddig használt gumifékes léghengerekben rossz is volt a fékhatás, a dugattyú előtt levő légtér átmeneti fékező hatására mindig számithattunk. A vízfék használatával a légfékezés előnyeit elveszítjük, ezért a lassúbb átmenet biztosítására a fékhüvely alakjának kiképzésével kell biztonságot adni. Felmerülhet a kérdés, hogy nem volna-e célszerű szerkezeti átalakítás árán is a légsűrítéses és folyadékkiszorításos fékezési módszer együttes megvalósítása ?

Sőt továbbmenve, a jelenleg használt vízfékektől nem várhatjuk el, hogy fékezés után visszafelé gyorsítsák a dugattyút, holott ennek felbecsülhetetlen előnyei lennének és a pilgerezés simán lezajló hengerléssé válhatna. Rugalmas fékezések során a lehetőség ugyanis fennáll, vízfék használatakor még teljesen nyílt e kérdés.

Hengerüregeink dolgozó szakasza 180°-os, ami eddig kihasználatlanul hagyott lehetőségeket nyújt számunkra. Külföldön 200, sőt 220°-os munkaszögű hengerekkel is gyártanak csövet, bár az adagolási időtartam aránylag rövid, a fékút mégis hosszabb a nálunk használatosnál. Ezt bizonyítja a különböző fékhüvely-profilok együttes ábrázolása *(7. ábra)*.



7. ábra. Vízfékhüvely-profilok

A helyes hüvelyüreg meghatározása hosszadalmas számítással jár, de egyértelműen rámutat a legmegfelelőbb alak használatára. A számítás[1] útján nyert görbét a 7. ábrán eredményvonal jelzi. A Csepeli Csőgyárban használt vízfékprofilt szaggatott vonal ábrázolja.

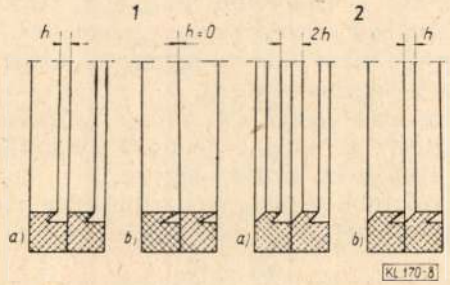
Nálunk a rövid és ívelésmentes fékhüvelyüreg hirtelen kemény fékezést, az adagoló berendezésnek nem kívánatos lökést és a dugattyúrendszernek törését okozza. Hosszabbítása és módosítása tehát célszerű és kívánatos.

A csonkakúp alakú hüvelyüreg a lineárisan csökkenő résátmérő miatt négyzetesen csökkenő viszkozitást tesz csak lehetővé, s nem biztosítja a dugattyú folyamatos sebességcsökkentését, hanem azonnal élénk munkába kezd.

[1] A számítás menete az utalt irodalomban megtalálható (4).

A helyes kialakítás az, ha kezdetben az üreget enyhén kuposodó görbe határozza meg, s csak az így elért lassítás után következik az erősebben lehajló görbe szakasz. Emellett elhaladva a dugattyú egyre csökkenő viszkozitása miatt a mozgó tömegek végsebessége a kívánt minimális értékre szorítható. Ez éppen a végcél.

Fontos szerkezeti elem a vízteret és a légteret elválasztó Merkel-tömítés. A dugattyú spirális mozgása nagy igénybevétel a gyűrűk számára, rövid használat után megkopnak és szerepüket nem tudják betölteni. A hiba megelőzésére a szabványos Merkel-tömítések alábbi módosítása javasolható *(8. ábra)*. A régi megoldással a tömítést



8. ábra. Régi (1) és javasolt (2) megoldások Merkel-tömítőgyűrűk beépítés előtti (a) és használt (b) állapotban

végző nyelvecskét a levegő $h = 0$ esetében nem tudja a dugattyú felületére szorítani, míg az új megoldással a levegő számára azonos kopáskor is marad rés a nyelv alá való behatolásra. A víz és a levegő átszökése az egyik térből a másikba adagolásra alkalmatlanná teszi a berendezést!

A vízfékes léghengeren elhelyezett légtávszabályzóval is változtathatjuk a kinematikai víznyomokat. A hengerelt darabsúlyok és a löket-hosszak figyelembevételével az adagolás sebesség-viszonya szabályozható. Az adagolás periódusában légtér növelésével lassúbb, csökkentésével gyorsabb indulás adható a dugattyúnak. Az igényeknek megfelelő optimális nyomások beszabályozására egy skála szerinti beállítást kell biztosítani.

Kívánatos, hogy a vízfék üregéből kiszorított vízmennyiséget csak a hüvely üregezése szabja meg. Nem szabad a fojtószelep jó vagy rossz érzéktől függő beállításra bízni a folyadékfék munkáját. A jól kialakított, kritikus csőméretre tervezett hüvelyüreg feleslegessé teszi a könnyen meghibásodó káros következményeket és rossz fékezést előidéző fojtószelepet.

A tökéletesebb fékberendezés kikísérletezése után, a cső minőségének javítása érdekében a hengerprofil dolgozó és üresjárati szögeinek aránya megváltoztatható anélkül, hogy a termelékenység csökkenne.

A mérési eredményekből és a fenti tapasztalati tényekből olyan következtetések vonhatók le, hogy a vízfékes léghenger lehetőségei csőgyárunkban még nincsenek teljesen kihasználva. A javasolt módosításokon kívül még számos olyan körülményre kell kiterjeszteni a vizsgálatokat, amelyek a vízfékezés ütemét, a pilgerhengerlés gazdaságosságát jelenleg még akadályozzák.

A nyitott kérdések mélyrehatóbb elemzésével és kísérleti mérésekkel valószínű, hogy bizonyítható lesz a pilgerhengerművek további létjogosultsága.

IRODALOM

[1] *Rudolf Mooshake, Düsseldorf-Rath:* A Mannesmann csőhengerlés műszaki és üzemgazdasági fejlődése. Stahl und Eisen, 53, 1933. május 11, 465—483. oldal.
[2] *Dr. Geleji Sándor:* Kohógéptan. 532—540. old.
[3] Csepel Vas- és Fémművek Tervező Iroda: Előtoló mozgásviszonyainak vizsgálata (kézirat).
[4] *Kozsevnyikov, Sz. N.—Prazdnyikov, A. V.:* (Dnyepropetrovszki Kohászati Intézet) Pilgerhengerművek hidraulikus fékezőberendezéssel ellátott előtolójának dinamikája. Csernaja Metallurgia: 11. sz. 143—157. oldal.
[5] *Kozsevnyikov, Sz. N.—Prazdnyikov, A. V.:* Hidraulikus adagolószerkezet kísérleti vizsgálata. Csernaja Metallurgia: 1959. 12. sz. 179—188. oldal.
[6] *Kozsevnyikov, Sz. N.—Prazdnyikov, A. V.:* A pilgerhengermű termelékenységnövelésének lehetőségei. Csernaja Metallurgia 1958. 7. sz.

Műszaki eseménynaptár

Okt. 1. 95 éve (1869) került forgalomba Magyarországon a világ első postai levelezőlapja.

6. 120 éve (1844) alakult meg Magyarországon az Ipari Védegylet.

9. 260 éve (1704) született *Segner János* magyar fizikus (megh. 1777), a „turbina atyja", a Segner-kerék feltalálója.

10. 75 éve került üzembe az első hossztengelye körül buktatható SM-kemence, melyet *Campbell, H. H.* épített a Steelton Works Pennsylvania Steel Co cég gyárában.

11. 80 éve (1884) született *Bergius, Friedrich* Nobel-díjas német vegyész (megh. 1949), a szén cseppfolyósításának felfedezője (műbenzin).

11. 75 éve (1889) halt meg *Joule, James Prescott* angol fizikus (szül. 1818), a hő és elektromos áram mechanikai egyenértékének meghatározója, a mágneses telítettség felfedezője, aki megállapította, hogy drótkarikával erősebb mágneses mező kelthető, mint tömör vasmaggal.

12. 30 éve (1934) halt meg *Kövesligeti Radó* magyar fizikus (szül. 1862), a hazai földrengés szolgálat megalapítója.

27. 25 éve (1939) halt meg *Csonka János* a műegyetemi gépműhely vezetője (szül. 1852), a karburátor (porlasztó) egyik feltalálója, a hazai autóipar megteremtője.

29. 125 éve (1839) született *Steindl Imre* magyar műépítész (megh. 1902), az Országház, a Múzeum-körúti egyetem és sok kastély tervezője és alkotója.

Az összeállított Műszaki Eseménynaptár nem teljes. A vonatkozó szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.)

Mélyhúzó alumíniumlemez fülképződésének vizsgálata

LIMPÁR ISTVÁN — CSURBAKOVA TATJÁNA kohómérnökök

DK 669.71 : 621—43.001.4

Áttekintés

Mélyhúzással megfelelő alakú lemezből üreges testet, a legegyszerűbb esetben kör alakú lemeztárcsából hengeres edényt állítanak elő. Hengeres edény húzásakor a lemeznek minden irányban egyenlő az igénybevétele. Ha a lemeztárcsa tulajdonságai minden irányban azonosak a húzott hengeres edény felső pereme egyenes lesz, ha viszont a tulajdonságok egyes irányokban eltérőek, akkor a húzott edény felső pereme hullámos lesz. A húzott edény hullámosan kiemelkedő peremvonalát, illetve a hullámhegyeket *fül*-nek nevezik.

A fülek leszakadása húzási nehézségeket és selejtet okozhat. Az edény pereméről a füleket le kell vágni, ami munkát, időt kíván és növeli a gyártási hulladékot.

Megmunkálhatóság és gazdaságosság céljából tehát kívánatos, hogy a mélyhúzó lemezek fülesedését teljesen kiküszöböljük, vagy legalább minimálisra csökkentsük.

Ismeretes, hogy a lemez mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája azért alakul ki, mert hengerléskor a lemez kristályai rendeződnek, azaz textúra jön létre. Kellő mértékben hengerelt (80—95%-os alakítás) alumíniumlemezben a kristályok (110) síkja párhuzamos a hengerlés síkjával, az [112] irány pedig a hengerlés irányával. A lemezeknek (110) [112] textúrája van. A legtöbb vizsgálatban megtalálható még az (112) [111] orientációjú kristályhelyzet is [1]. A rendezett kristályhelyzetű hengerelt gyártmányok lágyítás után ugyancsak textúrásak lehetnek. A lemez lágyítása során kialakuló textúra megegyezhet az alakítási textúrával, vagy ettől eltérő újrakristályosodási textúra is létrejöhet. Az újrakristályosodási textúra kialakulására sok körülmény van hatással, így a kémiai összetétel, az alakítás mértéke, a hőkezelés módja, a szövet homogén vagy heterogén volta stb. [5].

A sok változónak megfelelően az újrakristályosodási textúrával kapcsolatos irodalmi közlések igen különbözők. Egy 300 C°-on izzított alumíniumlemezben pl. (123) [121] és (100) [001] helyzetű vegyes orientációt találtak. Az újrakristályosodásra azonban az (100) [001] helyzetű kocka textúra a jellemző [1].

Az ipari gyártmányok textúrái természetesen nem tökéletesek, a külső és belső hatások következtében a lemez kristályai elrendeződésben eltérnek egymástól, sőt különböző helyzetűek is lehetnek (kettős orientáció).

A lágyító hőkezeléssel előállított termékekben előfordul, hogy a lágyítás nem jár együtt újrakristályosodással. Ilyenkor csak a kilágyulás folyamata megy végbe, ami az alakításkor létrejött keményedést megszünteti, de a kristályok helyzete, irányítottsága nem változik meg.

A lemezek mechanikai tulajdonságainak anizotrópiáját üzemben csészepróbák húzásával vizsgáljuk. A csészepróbák peremvonalán kialakuló fülek nagyságából és helyzetéből lehet azután következtetni a lemez textúrájára.

Egyirányban hengerelt lemez textúrája miatt a hengerlési irányhoz képest 45°-ra a csészepróba felső peremvonalán négy fül adódik. Újrakristályosodási textúrával ugyancsak négy fül keletkezik, kettő a hengerlési irányban, kettő erre 90°-ra. Mindkét szövetszerkezet jelenlétében keletkezhet nyolc fül is 22,5°-ra egymástól, azonos vagy különböző magassággal [5].

Fülmentes mélyhúzó anyag gyártásakor a feladat tehát az, hogy a lemez a gyakorlati igényeket kielégítően izotróp legyen.

Csészepróba segítségével a fülesedés nagysága a következő képlettel határozható meg :

$$F = \frac{H_f - H_v}{H_v}\ 100,$$

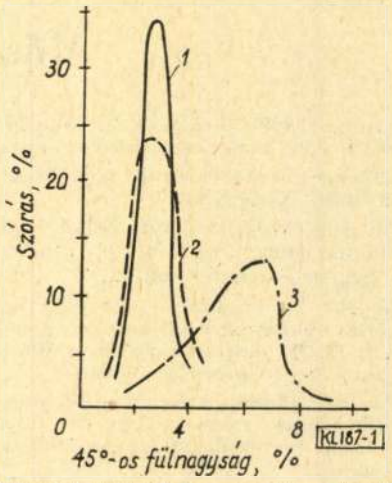
ahol F a fülesedés nagysága %-ban,
H_f a csészepalást magasságának középértéke a füleknél,
H_v a csészepalást magasságának középértéke a völgyeknél.

A közönséges mélyhúzó lemezek fülesedésének megengedett nagysága 5%, kényesebb célokra a megengedett maximális fülnagyság 3%. Vannak olyan alakú mélyhúzott testek is, melyek előállításakor az edény kialakítása szempontjából előnyös egy meghatározott nagyságú és irányú fül jelenléte.

A gyártási tényezők hatása a fülképződésre

A hengerelt lemezek textúrája fokozatosan alakul ki a gyártás folyamán, s a gyártási módszer minden egyes fázisa hatással van rá [2].

A kémiai összetétel hatása a textúrák kialakulására igen jelentős. Minél tisztább az alumí-

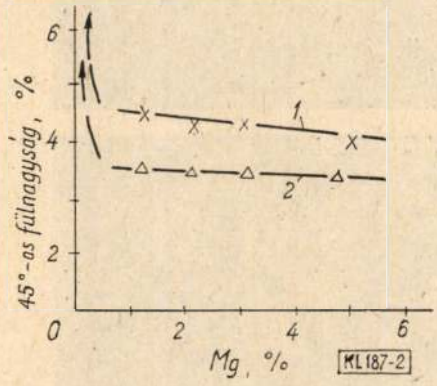


1. ábra. Különböző ötvözetű 1 mm-es lágy alumíniumlemez fülesedésének szórása
1 AlMg 3, *2* AlMgSi, *3* Al 99,5 %

nium, annál hajlamosabb a fülképződésre [4]. Ötvözött alumíniumlemezekben általában nincs fülesedési probléma és a gyártási eljárás változói is kevésbé éreztetik hatásukat *(1. ábra)*.

A legtöbb vizsgálat szerint az ötvözőfémek és szennyeződések úgy hatnak az alakított és hőkezelt lemezek textúráinak kialakulására, mint az újrakristályosodásra [1]. Azok a fémek, melyek az alumíniummal szilárd oldatot alkotnak, az újrakristályosodást gátolják, ezáltal az alakítási textúra kialakulásának kedveznek.

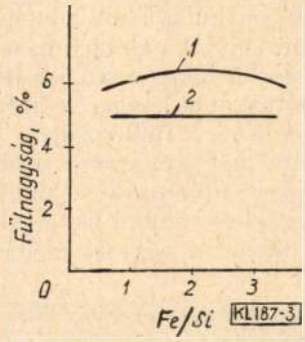
Ha a szennyező és ötvöző fémek mennyiségét az oldódási határon túl növeljük, már nem gátolják az újrakristályosodást. A *2. ábra* a Mg-tartalom növekedésének a fülképződésre kifejtett hatását szemlélteti.



2. ábra. Lágy lemez fülnagysága és Mg-tartalma közti összefüggés
1 az 1 mm-es lemezvastagság, *2* a 2 mm-es lemezvastagság

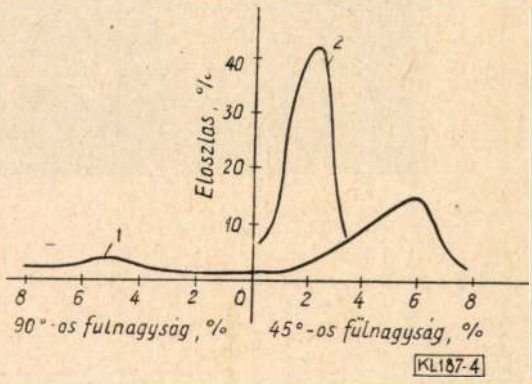
A kis mennyiségben jelenlevő fémek aránylag erősen módosítják az újrakristályosodási hőmérsékletet, és ezen keresztül az újrakristályosodási textúra kialakulását is [1].

Ötvözetlen alumíniumban a két legfontosabb szennyezőelemnek, a Fe-nak és a Si-nak a hatását vizsgáltuk. A *3. ábra* szerint a Si állandó (0,1—0,13) mennyiségen tartásával a Fe : Si arány változása a fülképződést gyakorlatilag nem változtatja meg.



3. ábra. A Fe/Si arány változásának hatása a fülnagyságra
1 az 1 mm-es lemezvastagság, *2* a 2 mm-es lemezvastagság

Ötvözetlen alumíniumra nem elég a fontosabb szennyezők felső határának megszabása, az alsó határukat is elő kell írni. Arra kell törekedni, hogy az ötvöző és a szennyező fémek változását minél szűkebb határok közé szorítsuk.



4. ábra. Lágy alumíniumlemez fülnagyságának változása a tuskóöntő eljárástól függően
1 a tuskó vízhűtéses kokillába öntve, *2* a tuskó léghűtéses kokillába öntve

Az *1. táblázat* néhány mélyhúzó anyag kémiai összetételét tartalmazza.

A megengedett szennyező-tartalmon belül a szennyezők növelése csökkenti a fülképződést. Célszerű a mélyhúzhatóság, a szemcseszerkezet és

1. táblázat

Néhány mélyhúzó anyag kémiai összetétele

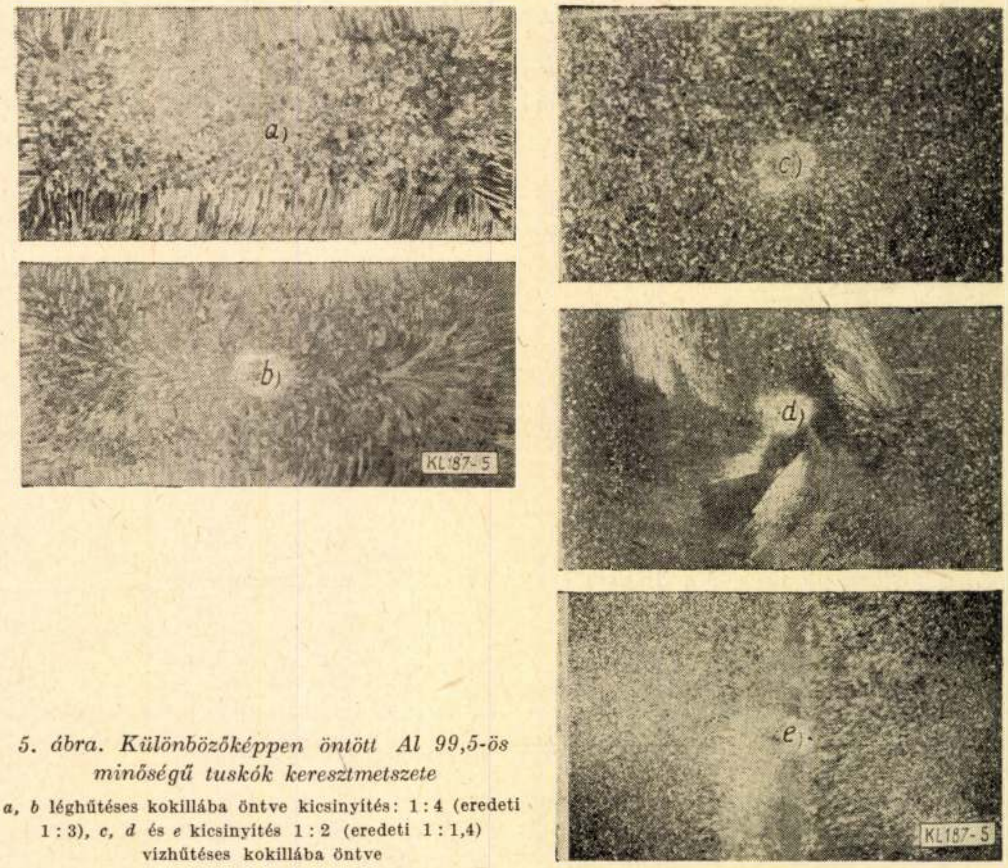
Minőség jele	Kémiai összetétel, %						
	Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Ti	Összes
Al 99,5	0,03	0,03	0,03	0,12—0,22	0,25—0,35	0,025—0,05	0,4—0,5
Al 99,0	0,04	0,04	0,04	0,25—0,40	0,45—0,60	0,02—0,04	0,85—1,0
AlMgl	0,1	0,8—1,2	0,1—0,3	0,25—0,5	0,2—0,4	0,1—0,2	1,8—2,3
AlMn	0,1	0,15—0,3	1,0—1,4	0,25—0,5	0,2—0,4	0,1—0,2	1,8—2,3
AlMgSi	0,1	0,6—0,9	0,1—0,3	0,5—0,7	0,2—0,4	0,1—0,2	1,8—2,3

a felületi minőség javítása céljából a betéthez 30—40% gyártási hulladékot adagolni.

A tuskóöntő eljárásnak ugyancsak van hatása a fülképződésre. A hagyományos léghűtéses kokillába öntött tuskóból hengerelt lágy lemezeknek csekély és egyenletes a fülképződése. A vízhűtéses kokillába félfolyamatos eljárással öntött tuskókból gyártott lemezek fülképződése nagy és változó mértékű. A kétféle tuskóból hengerelt lágy lemez fülnagyságát, illetve a nagyság szórását a *4. ábra* mutatja.

dermedési folyamatok következménye. A vízhűtéses kokillába félfolyamatos eljárással öntött tuskónak erősen irányított a kristályosodása, más a vegyületfázisok kialakulása, elrendeződése [5]. A félfolyamatos eljárással öntött tuskó szerkezete távolabb van az egyensúlyi állapottól, ami az ilyen tuskóból hengerelt lágyított állapotú lemez újrakristályosodási szövetszerkezetének kialakulását segíti a 4. ábrának megfelelő mértékben.

A kétféle eljárással öntött tuskó keresztmetszetének makroképét az *5. ábra* mutatja.



5. ábra. Különbözőképpen öntött Al 99,5-ös minőségű tuskók keresztmetszete

a, b léghűtéses kokillába öntve kicsinyítés: 1 : 4 (eredeti 1 : 3), *c, d* és *e* kicsinyítés 1 : 2 (eredeti 1 : 1,4) vízhűtéses kokillába öntve

A kétféleképpen öntött tuskóból hengerelt különböző keménységű lemezek fülképződésének összehasonlítására a *2. táblázat* adatai szolgálnak.

2. táblázat

Léghűtéses és vízhűtéses tuskóból hengerelt különféle keménységi állapotú lemezek fülképződésének vizsgálata

Állapot	Léghűtéses tuskó		Vízhűtéses tuskó	
	fülesedés			
	nagysága %	iránya	nagysága %	iránya
Lágy	0,6—2,2	45°	2,5—7	90—45°
Negyed-kemény .	12—14	45°	13—17	45°
Félkemény	13—15	45°	14—18	45°
Kemény ..	13—15	45°	14—18	45°

A táblázat adatai szerint a lágytól eltérő keménységi állapotokban az öntés módjának nincs lényeges hatása a fülképződésre.

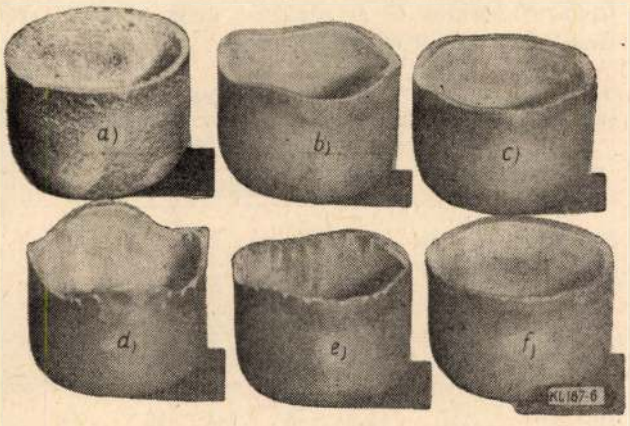
A lágy állapotú lemezek fülképződésében mutatkozó különbség minden bizonnyal az eltérő

A léghűtéses kokillába öntött tuskó *(a, b)* szerkezete a krisztallitok nagysága és irányítottsága szempontjából nagyon változó. A vízhűtéses kokillába öntött tuskókból vett minták közül a *c* jelű finomszemcsés, a *d* jelű pelyhes szövetszerkezetű, az *e* jelű erős középréteget mutat.

Az öntött tuskó szerkezetének egyenetlensége a fülképződés szórásához vezet. Megfigyeléseink szerint az egyenetlen szerkezetű tuskóból hengerelt lágy lemez fülnagyságának szórása a 6%-ot is eléri. A jól öntött tuskók szemcseátmérője 0,5—5,0 mm között változik. Ha a kristályok nagyságának változása kb. 1 : 10 arányt nem haladja meg és az öntött szerkezet mentes a pelyhes és középzónás kristályosodástól, akkor a kristályok nagyságának nincs lényeges hatása a fülesedésre.

Az egyenletes fülképződés elengedhetetlen feltétele, hogy az öntés jól megválasztott öntési feltételeit szigorúan betartsák. Kristályfinomítók adagolása — kísérleteinkben 0,02—0,04% Ti — ugyancsak segíti a finom, egyenletes öntött szövetszerkezet kialakulását [4].

Félfolyamatosan öntött tuskóból forgácsolással előállított 2 mm-es lemez csészepróbáját a *6a ábra* mutatja. A csészike gyakorlatilag fülmentes. Ez arra utal, hogy a félfolyamatos öntési eljárással gyártott tuskó szerkezete a kristályosodás szempontjából irányított, de nem textúrás.



6. ábra. Különböző állapotú alumínium lemezből húzott csészikék

a öntött tuskóból forgácsolással készített lemezből, *b* homogenizált, *c* homogenizálatlan tuskóból hengerelt lemezből húzott csészike, *d* kis, *e* nagy hőmérsékleten hengerelt lemezből húzott csészike, *f* lágyított melegen hengerelt lemezből húzott csészike

Az öntött tuskó homogenizáló izzításának hatására megváltozik az összetevők eloszlása, az öntött szövet egyneműbb lesz. Emelkedik az újrakristályosodási hőmérséklet [1], ami az alakítási textúra kialakulásának kedvez.

A 6*b* és *c* ábrákon látható csészepróbák azt mutatják, hogy homogenizált tuskók melegenhengerlése után kb. 5%-kal nagyobb 45°-os fülek keletkeznek, mint a homogenizálatlan tuskókból. A tuskóhevítés hatására csak az összetevők eloszlása változik meg, átkristályosodás nem következik be. Ez azt igazolja, hogy a fülesedést az alkotó elemek eloszlása lényegesebben megváltoztatja, mint az öntött kristályok nagysága és alakja.

A fülmentes hengerelt anyag gyártásának nem elengedhetetlen feltétele a tuskó homogenizálása. A fülképződésben mutatkozó szórás csökkentése és a gyártás biztonsága miatt azonban célszerű a tuskót homogenizálni. A tuskó öntése közben az öntési jellemzők esetleges módosulása következtében a tuskó szövetszerkezete, illetve a fázisok eloszlása megváltozik. Homogenizáló izzítással az oldódó fázisok szempontjából egységes állapot jön létre, miáltal a fülképződés szórása csökken. Az öntött tuskókat az összetételtől függően a *3. táblázat* adatai szerint célszerű homogenizálni.

3. táblázat

Néhány mélyhúzóanyag öntött tuskóinak homogénizálási hőmérséklete és ideje

Minőség jele	Hevítési hőmérséklet, C°	Hevítési idő, óra
Al 99,5	600	12
Al 99,0	600	12
Al—Mn	580	24
Al—Mgl	530	16
Al—Mg—Si	550	16

A meleghengerlés hőmérsékletének változása is egyértelműen hat a fülképződésre. A 6*d* és *e* ábrák csészike próbái 8 mm vastag melegen hengerelt Al 99,5-ös alumíniumból készültek. A *d* ábra anyagát 400—230 C°, az *e* ábra anyagát pedig 500—320 C° hőmérséklet-határok közt hengerelték. A hengerlési hőmérséklet növelése azáltal kedvez a 90°-os fülhelyzet kialakulásának, hogy a 45°-ra elhelyezkedő fülek magassága csökken.

A meleghengerlési hőmérséklet módosító hatása nemcsak a melegen hengerelt előterméken mutatható ki, hanem a hidegen hengerelt terméken is.

4. táblázat

Az Al 99,5 jelű 1 mm-es lemez mechanikai tulajdonságainak, fülképződésének alakulása a meleghengerlés körülményeinek függvényében

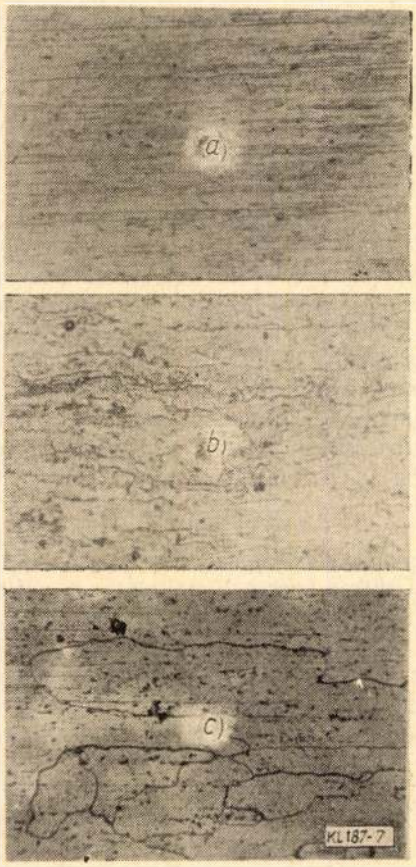
Meleghengerlési hőm. C°-ban kezdő/befejező hőmérséklet	Melegen hengerelt lemez mechanikai tulajdonságai		6-ról 1 mm-re hengerelt lemez		
				fülesedésének	
	σ_B kg/mm²	δ_{10} %	keménységi állapota	nagysága	iránya
				%	
500/320	10,0	25	kemény	15,7	45°
			lágy	2,2	90°
450/300	11,5	20	kemény	15,7	45°
			lágy	1,2	90°
400/280	13,0	18	kemény	17,5	45°
			lágy	4,9	90°

A *4. táblázat* különböző hőmérsékleten melegen hengerelt Al 99,5-ös lemezek mechanikai tulajdonságait és a belőlük hengerelt 1 mm-es lemez fülképződésének alakulását mutatja.

A melegen hengerelt lemez tulajdonságait, szövetszerkezetének kialakulását az utolsó szúrások alakításának mértéke és hőmérséklete lényegesen megváltoztatja. Átemelő asztalos duó hengerállványon 140 kg-os tuskókat 6 mm-re hengerelve a befejező hengerlési hőmérséklet legritkábban haladja meg a 330 C°-ot. Az utolsó szúrásokat a lágyulási pont környékén, de inkább ennél kisebb hőmérsékleten végzik. Ennek következtében a melegen hengerelt lemezek jelentős mértékben keményednek és a hidegen tovább hengerelt lemez szilárdsága általában erősebben kifejlődött, mint ami a hidegalakítás mértékéből következne.

A fülesedés szórása csökkenthető a meleghengerlési hőmérséklet határainak szűkítésével. Nagyon lényeges a befejező hengerlési hőmérséklet meghatározása és gondos tartása [2].

A nagy és kis hőmérsékleten hengerelt lemez szövetképét a *7. ábra* mutatja. Kis (7*a* ábra) befejező hengerlési hőmérsékleten a szövet szálas szerkezetű, nagy (7*b* ábra) befejező hengerlési hőmérséklet után kismértékű újrakristályosodás észlelhető.



7. ábra. Különféle hőmérsékleten hengerelt és lágyított lemez szövetképe
Nagyítás 400-szoros, eredeti 300-szoros

A melegen hengerelt lemez visszamaradó keménységét lágyító izzítással meg lehet szüntetni. A 6*f* ábra szerint a kilágyított melegen hengerelt lemez csészepróbájának kb. 8%-kal kisebbek a fülei, mint annak az anyagnak, amiből *(6d)* lágyítással előállítottuk. A lágyított melegen hengerelt lemez mikroszerkezetét a 7*b* ábra mutatja.

A nagy befejező hengerlési hőmérséklethez hasonlóan a melegen hengerelt lemezek lágyítása is a 90°-os fülhelyzetet elősegítő kocka textúra kialakulásának kedvez.

A meleghengerlési hőmérsékletnek, a melegen hengerelt lemez lágyításának és a közbenső lágyításnak az 1 mm-es ötvözetlen kemény alumíniumlemez mechanikai tulajdonságaira és fülesedésére kifejtett hatását az *5. táblázat* adatai szemléltetik.

Ha a melegen hengerelt lemezt hidegen tovább hengereljük, az alakítás mértékének megfelelően erősödik az alakítási textúra. A *8. ábra* ötvözetlen alumínium- és néhány ötvözött alumíniumlemez fülképződésének és az alakítás mértékének összefüggését szemlélteti.

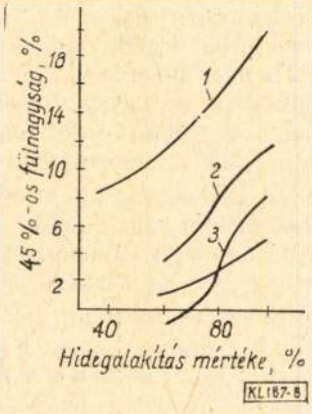
5. táblázat

Az Al 99,5 jelű 1 mm-es lemez mechanikai tulajdonságainak és fülesedésének alakulása a meleghengerléstől és a lágyítástól függően

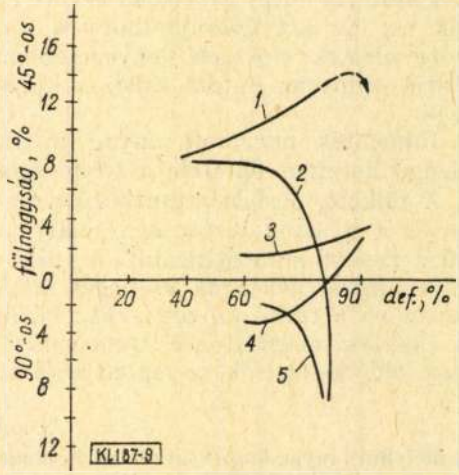
Memeleghengerlési hőmérséklet (C°) kezdő/befejező hőmérséklet	Vizsgálati értékek				
	Szak. szil. σ_B kg/mm²	Telj. nyúlás δ_{10}, %	Erichsen mélyítési érték mm	Fülnagyság, %	Fülirány
500/320.....	17,3	5	8,4	16	45°
450/300.....	17,4	5	8,3	16	45°
350/260.....	15,3	5	8,5	5,7	45°
320/260.....	18,5	5	8,3.	17	45°*
450/300.....	15,1	5	8,3	5,8	45°**
450/300.....	14	5	8,2	5,7	45°***

* Melegen hengerelt lemez lágyítva
** Közbenső lágyítással
*** Melegen hengerelt lemez lágyítással és közbenső lágyítással.

A közbenső lágyítás után a lemez kocka textúrája csak nagymértékű hidegalakítás hatására rendeződik át és fejlődik ki az alakítási textúra. A melegen hengerelt lemezen 50—80%-os hidegalakítással egyenértékű visszamaradó keménység mérhető. Melegen hengerelt lemez lágyítása tehát közbenső lágyításnak is felfogható, ami gátolja a textúrás szerkezet kialakulását.



8. ábra. A hidegalakítás hatása a fülképződésre
1 melegen hengerelt *Al* 99,5-ös lemezből, *2* melegen hengerelt AlMgSi lemezből, *3* lágyított Al 99,5-ös lemezből, *4* lágyított AlMgSi lemezből



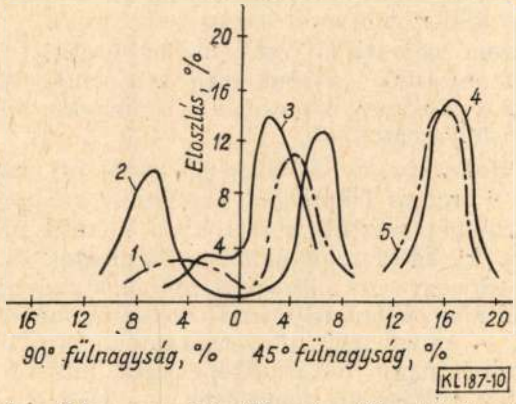
9. ábra. A hidegen alakított lemez lágyításának hatása a fülképződésre
1 Al 99,5 lágyítás 400 C° 30 perc, *2* Al 99,5 lágyítás 400 C° 60 perc, *3* AlMgSi lágyítás 400 C° 80 perc, *4* AlMgl lágyítás 400 C° 80 perc, *5* Al 99,5-ös 400 C° 120 perc

A hidegen hengerelt lemez lágyításának hatását a *9. ábra* mutatja. A 9. ábra szerint a fülmentes állapot üzemszerű előállítása bizonytalan, mivel a lágyítás során a 45°-os fülhelyzetből az átváltás 90°-os fülhelyzetbe meredek görbék szerint

megy végbe, és valamelyik szövetszerkezet túlsúlyba kerül.

Az átváltási pontnak megfelelő fülmentes állapot csak gyorslágyítással érhető el. Gyorslágyító berendezéssel a hőkezelés idejét ±5%, a hőmérsékletet ±5 C° pontossággal kell beállítani. Mivel az üzemeinkben használatos tokoskemencékkel ez az igény nem elégíthető ki, a hidegalakítás mértékét úgy kell megválasztani, hogy a szokásos 400—450 C°-os, 5—6 órás lágyító izzítással se alakuljon ki textúrás szerkezet.

A 8. és 9. *ábrák* görbéi szerint az erősen textúrás szerkezet kialakulása megakadályozható, ha a lágyító izzítás előtt a hidegalakítás mértéke ötvözetlen alumíniumra 60—65%-ot, ötvözött alumíniumra pedig a 70—75%-ot nem haladja meg. Tokoskemencéink légterében 50 C°-os hőmérséklet-eltérés is mérhető, ami a fülképződés és a lemez mechanikai tulajdonságai szempontjából kedvezőtlen.



10. ábra. Lágy, negyed és félkemény állapotú alumíniumlemez fülesedésének szórása

1 lemezvastagság 1,5 mm, *2* lemezvastagság 0,5 mm, *3* lemezvastagság 2 mm, *4* félkeménylemez 1 mm vastag, *5* keménylemez 1 mm vastag

A *10. ábra* több száz általános felhasználási célra készült lemez fülképződésének eloszlását szemlélteti. A mélyhúzási célra készült lemezekben a fülképződés szórása csökkenthető, ha gyártás során a közölt megkötöttségeket betartják.

Ezek a megkötöttségek azonban a berendezések kapacitáskihasználását rontják. Többször is kell lágyítani, a kemencékben egyszerre csak kisebb súlyú adagokat lehet hőkezelni, több ellenőrző műveletet kell beiktatni stb.

Összefoglalás

Az alumíniumlemez fülképződésének mértékét a gyártási eljárás több tényezője együttesen határozza meg.

Az izotróp, textúrától mentes lemez előállításának ezért több módja lehetséges. A legalkalmasabb gyártási eljárást termékenként (ötvözet, állapot, vastagság) az adott berendezéseknek megfelelően kell kialakítani. Konkrét viszonyokra érvényes eljárás ismertetése helyett azokat a tényezőket foglaljuk össze, melyeket a mélyhúzó lemez gyártásakor minden összetételre, vastagsági méretre, keménységi állapotra figyelembe kell venni.

1. Ki kell alakítani a mélyhúzó lemezek gyártására alkalmas tuskóminőséget. A méreteken, a kémiai összetételen kívül az öntési feltételeket, illetve a tuskó belső szerkezetét is meg kell határozni.

2. A lágy állapotú lemezek fülképződésének szórása a tuskók homogenizáló izzításával csökkenthető.

3. A meleghengerlést célszerű minél szűkebb és állandó hőmérséklet-tartományban végezni. A hengerlés befejező hőmérsékletét, lehetőleg a lágyulási pont (350 C°) felett állandó értéken kell tartani.

4. Két lágyító hőkezelés között a hidegalakítás mértéke ötvözetlen alumíniumra a 60—65%-ot, ötvözött alumíniumra a 70—75%-ot ne haladja meg.

5. Csak olyan hőkezelő kemencét tanácsos használni, melynek hőmérséklete ±10 C° pontossággal tartható.

IRODALOM

[1] *Verő József:* Általános Metallográfia II. kötet 323—329. old.

[2] *Vassel K. Róbert:* Mélyhúzó célokat szolgáló alumínium félgyártmányok előállítására irányuló eddigi eredmények ipari bevezetése. (F. K. I. zárójelentés 1958).

[3] *Limpár—Csurbakova:* Mélyhúzható alumíniumlemezek gyártása. (Székesfehérvári Könnyűfémmű, zárójelentés 1961.—

[4] *Huschka, H.—Novotny, H.:* Der Einfluss von Disiliziden (Ti, Cr. W) auf die Rekristallisation und Zipfelbildung von Reinaluminium. Metall, 1958. 1. 6—12. old.

[5] *Renouard M.—Bresson Y.:* Izotróp, mélyhúzható könnyűfém lemezek gyártási eljárásai. Revue de l'Aluminium 1957. 9., 10. és 11. sz. 833—841., 969—980, illetve 1083—1092. old.

Szabadalmi hírek

Magyar lajstromszám: 151 396.

Eljárás ferroszilícium finomítására, illetve abból öntöttvas vagy acél előállítására. Pechiney Co. de Produits Chimiques cég, Párizs. Bejelentés napja: 1963. március 22.

A korund gyártásakor melléktermékként keletkező ferroszilícium finomításával foglalkozik a találmány. Szilíciumtartalma 6%-nál nagyobb, de nezehen értékesíthető a titán, karbid stb. szennyeződések miatt. A találmány szerint két lépésben finomítják. Az első lépés az ismert dekantálásos eljárás, amikor a folyékony ferroszilíciumot ferrioxid bázisú olvadt fémmel és kalciumoxidtartalmú ömlesztőanyaggal reagáltatják, míg szilíciumtartalma 2—6%-ra nem csökken. A második lépésben az így kapott fémbe levegő, oxigén, vízgáz, széndioxidgáz egyikét fúvatják be szilárd, salakképző anyag jelenlétében. Célszerűen a salakképző anyag gázos szuszpenzióját fúvatják be a szokásos berendezések egyikébe, a konverterbe vagy az öntőüstbe, az azok alján vagy oldalán elhelyezett fúvókákon át. A ferrioxidbázisú fém a Bayer-eljárás vörösiszapja. Mind az első, mind a második lépcsőben salakot húznak. Az egyik példa szerint 0,1% szilícium- és 0,3% C-tartalmú acélt kapnak. *Stiller Ottóné*

A kohókoksz nyomószilárdsága nagy hőmérsékleten

HOLLÓ TIBORNÉ

DK 669.162.1:620.173

1. Irodalmi tájékoztatás

Az utóbbi néhány évtizedben a nagyolvasztókapacitás növelésére irányuló törekvések egyik következményeképpen a kohókoksz tulajdonságainak vizsgálata is előtérbe került. Megállapították, hogy a régóta elterjedten használt Micumdobszilárdság — bár az üzemek általában ennek alapján értékelik a kokszot — nem tükrözi kielégítő mértékben a koksznak a kohósítás szempontjából fontos tulajdonságait [1], [7]. Valószínűnek látszik, hogy a kohókoksz viselkedését a nagyolvasztókban a koptatószilárdságán kívül a nyomószilárdsága is megváltoztatja. Ezért többféle kísérlet folyt a nyomószilárdság meghatározására [2]. A nagyolvasztóban uralkodó viszonyok lehető legjobb megközelítése céljából a kokszot az akna alakjának megfelelően kialakított tartályban terhelik. Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy nagyobb mennyiségű — tehát jó átlagmintát képviselő — koksz vizsgálatát teszi lehetővé, de gyakorlati kivitele az üzem szempontjából túl körülményes. *Echterhoff* [3] 20 mm élhosszúságú kockák nyomószilárdságát vizsgálta a hőmérséklet függvényében és megállapította, hogy a nyomószilárdság a hőmérséklet emelkedésével nem változik jelentékeny mértékben, viszont függ a vizsgált koksz kokszolási körülményeitől. *Holowaty* és *Squarcy* szerint [4] a 6 mm-es kokszkockákon mért nyomószilárdság 1200 C°-on jóval nagyobb, mint szobahőmérsékleten. Az ő vizsgálataik a mérésen átment kokszok kohósítására is kiterjedtek és azt az eredményt adták, hogy a kis próbatesteken mért nyomószilárdság növekedésével arányosan egyenletesebb a kohójárat, kisebb a kokszfogyasztás.

2. A nyomószilárdsággal kapcsolatos problémák

A fenti — részben ellentmondásos — vizsgálatok arra késztettek minket, hogy a koksz nyomószilárdságának problémájával részleteiben foglalkozzunk. Az irodalomban eddig közölt vizsgálatok a problémát inkább a gyakorlati — az üzemellenőrzés szempontjából fontos — oldaláról közelítették meg, azonban az egyes módszerek között nagy az eltérés, tehát az eredmények közvetlenül nem is hasonlíthatók össze ; egy 6 mm élhosszúságú próbatesten mért anyagtulajdonság nyilván másképpen jelentkezik, mintha ugyanazt a tulajdonságot 50—100 kg súlyú, rendszertelen anyaghalmazon mérjük.

A kohókoksz nyomószilárdságának fontosságát véleményünk szerint a nagyolvasztó szempontjából helyesebben lehet megítélni, ha először a nyomószilárdságnak néhány alapvető tulajdonságát tisztázzuk. Ilyenek :

1. Milyen összefüggés áll fenn a kohókoksz nyomószilárdsága, a mérési hőmérséklet és a koksz mikroszerkezete között ? A mérési hőmérséklet itt természetesen a gyakorlati felhasználás hőmérsékletének felel meg.

2. Ha a mérési, illetve felhasználási hőmérséklet megváltoztatja a koksz nyomószilárdságát, milyen jellegű ez az összefüggés és mi okozza ?

3. A nyomószilárdság mérése a fentiek alapján alkalmas-e üzemellenőrzési célokra?

3. Mérések

A mérési módszer kialakítása

Mivel célunk az alapvető anyagtulajdonság tisztázása volt, a mérési módszert lehetőleg úgy igyekeztünk kialakítani, hogy segítségével a kokszalapanyagra jellemző szilárdságot a másodlagos tényezők (alaktényező, makrorepedések) messzemenő kiküszöbölésével határozzuk meg. Így nem az üzem számára közvetlenül hasznosítható adatokat mértünk, viszont meg kívántunk ismerkedni a kokszanyagon belül a terheléskor végbemenő folyamatokkal.

Holowaty és Squarcy-eljáráshoz [4] hasonlóan 6 mm-es élhosszúságú kokszkocka nyomószilárdságát mértük, mivel ilyen méretű próbatestet ki lehet munkálni repedésmentes és nagyobbára egységes mikroszerkezetű kokszanyagból. Az általuk felhasznált grafit nyomótömbök helyett — mivel még nitrogénáramban is gyorsan leégtek és nagy hővezetőképességük miatt a kemencét túlságosan lehűtötték — Dietert-rendszerű, kerámiai nyomótömbökkel felszerelt melegszilárdságmérő berendezést használtunk. A méréseket nitrogén-védőgázban végeztük, hogy kiküszöböljük a koksz égésének esetleges gyengítő hatását. Az előkísérletek alapján a 6 mm élhosszúságú kockát a mérési hőmérsékletre felfűtött kemencében 1 percig védőgázban előmelegítettük, majd a folyamatot kémlelőnyíláson át figyelve végeztük el a mérést. A szobahőmérsékletű nyomószilárdságot szintén 6 mm élhosszúságú kockákon 1 tonnás szakítógépen határoztuk meg.

A próbatesteket az alábbi módon készítettük el :

Mivel a nyomószilárdságot a koksz mikroszerkezetének függvényében is kívántuk vizsgálni, az egyes mintákat úgy válogattuk ki, hogy lehetőleg egyenletes póruseloszlást képviseljenek. A mérések alapanyagául a Dunai Vasmű Kokszolóművében gyártott üzemi kokszminták szolgáltak. Mindegyik üzemi mintából kézi aprítás után kiválogattunk egy-egy tömör, közepes sűrűségű és porózus mérési mintát. Mindhárom mintafajta súlya kb. 300 g volt. Ezeknek a mintáknak egy-egy darabjából csiszolókorongon kb. $20 \times 20 \times 10$ mm méretű próbatestet készítettünk és ennek egyik lecsiszolt felületén mikroszkóp alatt integrálóasztal segítségével a kokszvizsgálat ismert módszereivel elvégeztük a porozitásmeghatározást [5].

Az egyes minták mikroszerkezetét a P közepes porozitás mérőszámmal jellemeztük *(1. táblázat)*.

1. táblázat

A P porozitás-mutatószám értelmezése

Porozitás P	Mikroszerkezet
<50	Nagyon durva, pórusos
50—70	Durva, közepes pórusos
>70	Finom pórusos

A táblázat a P értelmezésére szolgál.

A mikroszerkezetmérés elvégzése után a próbatestet fűrésszel feldaraboltuk és csiszolókorongon elkészítettük a szilárdságméréshez szükséges 6 mm élhosszúságú próbatesteket.

Mivel első méréseink során megállapíthattuk, hogy a szilárdságmérések eredményei erősen szórnak, mindegyik mérési mintából annyi próbatestet készítettünk, hogy minden mérési hőmérsékleten 5—5 párhuzamos mérést végezhessünk. A nyomószilárdság-méréseket szobahőmérsékleten, 800, 1000, 1200 és 1300 C°-on végeztük ; az elvégzett mérések száma 800 és 1200 C°-on hőfokonként kb. 350, a többi hőmérsékleten hőfokonként kb. 700 volt.

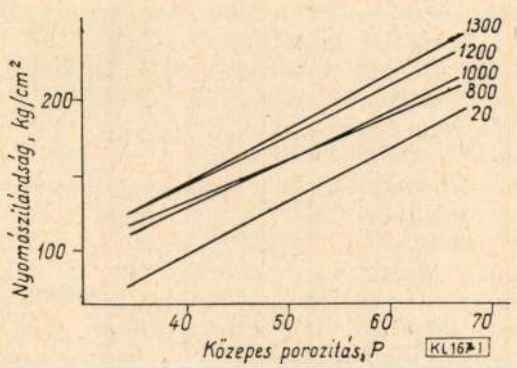
Az eredmények feldolgozása

Az erősen szóró nagyszámú adatot matematikai-statisztikai módszerekkel dolgoztuk fel. Az egyes hőmérsékleteken kapott mérések eredményeit külön-külön csoportosítva független változóként a koksz sűrűségét, függő változóként a nyomószilárdságát vettük fel. A kiértékelés eredményeképpen a lineáris összefüggésre jellemző alábbi egyenleteket nyertük (X a koksz sűrűsége, Y' a koksz nyomószilárdsága) :

$$Y'_{20}\ C° = -0{,}1 + 2{,}28X$$
$$Y'_{800}\ C° = 13{,}0 + 2{,}97X$$
$$Y'_{1000}\ C° = 6{,}3 + 2{,}10X$$
$$Y'_{1200}\ C° = 11{,}9 + 3{,}34X$$
$$Y'_{1300}\ C° = 5{,}6 + 3{,}53X$$

A fenti egyenletekkel kifejezett egyeneseket az *1. ábrán* mutatjuk be. A különböző hőmérsékleteken fennálló összefüggések korrelációs együtthatóinak értékei :

$$r_{20}\ c° = 0{,}409$$
$$r_{800}\ c° = 0{,}431$$
$$r_{1000}\ c° = 0{,}426$$
$$r_{1200}\ c° = 0{,}451$$
$$r_{1300}\ c° = 0{,}439$$



1. ábra. Kohókoksz nyomószilárdságának változása a közepes porozitás függvényében
1 = 20 C°, 2 = 800 C°, 3 = 1000 C°, 5 = 1300 C°

4. Az eredmények értékelése

A nyomószilárdság változása a mikroszerkezet és hőmérséklet függvényében

A diagramból a koksz sűrűsége és nyomószilárdsága közti összefüggésre vonatkozóan az alábbiakat olvashatjuk le :

A sűrűség és nyomószilárdság közti összefüggés lineáris, a sűrűség növekedésével a nyomószilárdság is nő. A hőmérséklet növekedésével adott sűrűségű kokszminta nyomószilárdsága 20—1300 C° között jelentősen (kb. 60%-kal) emelkedik. Ez a %-os emelkedés a sűrűségtől függetlenül azonos ; ez arra mutat, hogy előidézője a hőmérsékletnövekedés által kiváltott valamilyen jelenség, ami minden kokszmintában ugyanúgy mutatkozik. Természetesen az abszolút értékben kifejezett nyomószilárdság-növekedés az eredetileg is nagyobb szilárdságú — nagyobb sűrűségű — mintákban nagyobb, mint a kisebb szilárdságú— kisebb sűrűségű — mintákban. Pl. $P = 35$ sűrűségen az átlagos nyomószilárdság-növekedés 20 és 1300 C° között 50 kg/cm², $P = 65$-ön pedig 87 kg/cm².

A statisztikai összefüggés szorosságára jellemzők az egyes hőmérsékletekre vonatkozó korrelációs együtthatók értékei.

A hőmérséklet szerepe a nyomószilárdság kialakulásának mechanizmusában

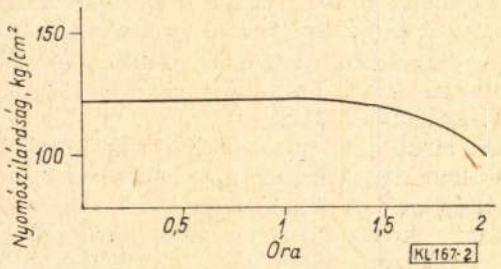
A hőmérséklet növekedése tehát méréseink szerint növeli a koksz nyomószilárdságát. Vizsgáljuk meg, hogy ennek a jelenségnek mi az oka.

Először is szögezzük le, hogy nyomószilárdság-méréseinket nagy hőmérsékleten nitrogénáramban folytattuk, tehát a kapott eredmények csakis a próbatest eredeti szilárdságát tükrözik, így a jelenség vizsgálatakor figyelmen kívül hagyhatjuk a légkör esetleges oxidáló hatását, ami egyébként is negatív értelemben módosítaná a nyomószilárdságot.

Annak a ténynek, hogy a nagy hőmérsékleten mért nyomószilárdság nagyobb, mint a szobahőmérsékleten mért, logikai elemzés alapján kétféle közvetlen oka lehet : *a)* a hőmérséklet növelése, *b)* a hőmérséklet és nyomás együttes hatása. A nyomás mint változtató tényező ugyanis mindegyik mérésben egyaránt szerepel, a hőmérséklet viszont sorozatról-sorozatra változik. A hőmérsékletnek, mint egyedüli változó tényezőnek a szerepét az alábbi kísérlettel vizsgáltuk meg :

Homogén mikroszerkezetű, tehát azonos sűrűségű kokszdarabot több részre törve négy darabot csónakba helyeztünk és a mintákat csőkemencében 1000 C°-on CO_2-áramban 2 óráig hőkezeltük. Félóránként 1—1 darabot kivettünk a kemencéből. A 0,5, 1, 1,5 és 2 óráig hőkezelt

darabokból, valamint az eredeti kokszdarabból a szokásos módon nyomószilárdság-mérési próbatesteket (6 mm élhosszúságú kockákat) készíttettünk és ezek szobahőmérséklethez tartozó nyomószilárdságát meghatároztuk. Ezt a kísérletet 30 különböző sűrűségű kokszmintán elvégeztük. A szilárdságmérések egyes időpontokhoz tartozó eredményeinek átlagát a hőkezelési időtartam függvényében a *2. ábrában* tüntettük fel.



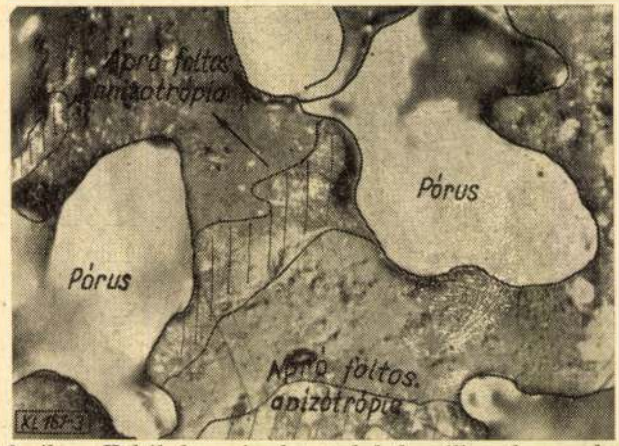
2. ábra. Kohókoksz nyomószilárdságának alakulása a CO_2-ben végzett hőkezelés időtartamának függvényében

Eszerint tehát nem semleges légkörben, hanem oxidáló hatású CO_2-ben végzett hőkezeléskor is a kb. 1 órát tartott nagy hőmérséklet semmi olyan elváltozást nem hoz létre a koksz szerkezetében, ami az utána következő nyomószilárdság-mérésben akár pozitív, akár negatív irányban megnyilvánulna. Egy óra múlva fokozatosan mutatkozik a CO_2 oxidáló hatása, ami a koksz pórusfalait gyengíti és így a szilárdságát csökkenti.

Ennek alapján a hőmérséklet önmagában véve — a nitrogénáramban, kb. 2 perc hőntartással járó nagy hőmérsékleten a nyomószilárdság mérésekor — semmiféle szerepet nem játszik.

A hőmérséklet és nyomás együttes hatása

A nagy hőmérséklet és nagy nyomás együttes hatásának értelmezéséhez támpontot nyújt a koksz-alapanyag mikroszerkezetére vonatkozó korszerű micella-elmélet [5], [8]. A micella-elmélet szerint a szén és a koksz kolloid rendszernek, szuszpenziónak tekinthető. Szénben a *folyadék* szerepét betöltő anyagban helyezkednek el az apró, szilárd részecskék, a micellák, amelyeket hosszúkás alakú lapocskák alakjában képzelnek el. A kokszolási folyamat következtében a folyadék nagy része eltávozik (illó anyag stb.), de még a kokszban is néhány százaléknyi mennyiségben jelen van, tehát a koksz igen sűrű szuszpenziónak fogható fel. A micellák ebben a szuszpenzióban általában rendezetlenül helyezkednek el, ami azzal bizonyítható, hogy a kokszcsiszolatokat polarizált fényben, keresztezett nikolhasábok között vizsgálva a kokszanyag egyenletes szürke színeződést, tehát izotrópiát mutat. Egyes helyeken egészen apró tartományokra kiterjedő rendezettség található, ez a polarizációs mikroszkópban apró fehér-fekete foltosság alakjában jelentkezik. A külföldi irodalomban közölt felvételekhez teljesen hasonló képet mutattak a dunaújvárosi kokszminták csiszolatairól polarizált fényben készített felvételeink *(3. ábra)*. Az ábrán jól látható a teljesen izotróp kokszanyag, helyenként apró foltos szerkezettel, ami a



3. ábra. Kohókoksz-csiszolat, terheletlen állapotban, polarizált fényben vizsgálva. Nagyítás 150-szeres (eredeti 200-szoros)

rendezettség-okozta anizotrópia következménye. A koksz-alapanyag rendeződésének az a mértéke, ami a kokszolási folyamat közben létrejön és a mikroszkópban megfigyelhető, az ide vonatkozó vizsgálatok szerint véglegesnek mondható, és pl. további hőkezeléssel nem változik meg. *Freund* [2] ezzel kapcsolatban a következőket mondja: „Annak a rendeződésnek a lehetőségét, ami a szenesedés közben tartós irányított nyomás és enyhe melegítés következtében jön létre, a kokszolási folyamatban a szénnek 350—450 C° közti képlékennyé válása nyújtja. Minél képlékenyebb valamely koksz a lágyulási övezetben, annál könnyebben következik be intermicelláris erők hatására a rendeződés és annál nagyobbak az azonos anizotrópiájú tartományok. Az intermicelláris erőknek a szenesedés mértékétől és a vegyi összetételtől való függésére vonatkozó mindenre kiterjedő vizsgálatok még függőben vannak, tehát részleteket még nem közölhetünk. Annyi azonban már ma is bizonyos, hogy a koksz anizotrópia-tartományainak nagysága és alakja a lágyulási fázisban végleg kialakul és kb. 1500—1700 C° hőmérsékletig gyakorlatilag sem alakban, sem nagyságban lényegesen nem változik."

A micella-elmélet alapján a koksz szilárdsága azzal magyarázható, hogy a részecskék közti összetartást az érintkezési helyeken ébredő intermicelláris erők biztosítják. Ha a micellák rendezetlenül helyezkednek el, akkor egymással pontszerűen, esetleg éleik mentén érintkeznek, tehát ritka a lapok felfekvése egymásra. Így a szilárdság is kisebb az elérhető maximumnál. Azokon a részeken, amelyeken rendeződés következik be, a micellák egy irányban, tehát lapjaikkal párhuzamosan helyezkednek el, így az intermicelláris erők jobban érvényesülhetnek, tehát a szilárdság nő.

A szobahőmérsékleten mért nyomószilárdság ennek alapján a kokszanyagban a kokszolás folyamán kialakult, rendeződött és az eredeti rendezetlen szerkezetben létrejött kohéziós erők összegét képviseli. Bár a fenti idézet szerint a kokszanyag rendezettségi foka véglegesnek mondható, feltételeztük, hogy a nagy hőmérsékleten végzett nyomószilárdság-méréskor szereplő kombinált igénybevétel, a nagy hőmérséklet és a

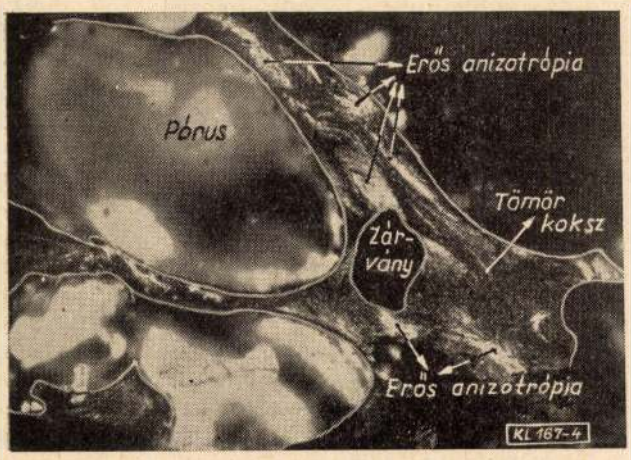
nagy nyomás létrehozhat ilyen további másodlagos rendeződést. Ezt a feltételezésünket kísérletileg a következőkkel támasztottuk alá :

12 különböző és ismert sűrűségű kokszmintából készített próbatesttel szobahőmérsékleten és 1200 C°-on nyomószilárdság-mérést végeztünk és a széttört próbatestek nagyobb törmelékdarabjaiból, valamint a nyomásra igénybe nem vett eredeti kokszmintából csiszolatot készítettünk. Ezeket a csiszolatokat polarizációs mikroszkópban keresztezett nikolok között vizsgálva az alábbiakat állapítottuk meg :

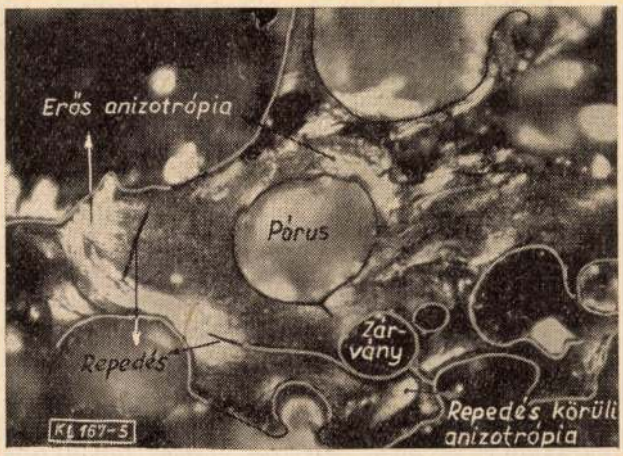
Az eredeti kokszminták csiszolatain az irodalomból ismert izotróp, esetleg helyenként apró foltosan anizotróp rendezettségi állapot figyelhető meg. Ez természetesen csak a kokszanyagra vonatkozik, a benne zárványszerűen előforduló hamualkotókra nem, utóbbiak ugyanis összetételüknek és kristályszerkezetüknek megfelelően egész felületükön sajátos anizotrópia-jelenségeket mutatnak. A kokszanyag és a zárványok anizotrópiája azonban könnyű szerrel megkülönböztethető, a zárványok fényerősség-, illetve színváltozása ugyanis mindig élesen körülhatárolt területen megy végbe ; a kokszanyagban előforduló anizotróp tartományoknak viszont — mivel anyaguk az izotróp tartományokéval azonos — nincsen határozottan felismerhető valóságos határvonaluk.

A szobahőmérsékleten törésig terhelt kokszdarabok mikroszkópi képe az előbbivel teljesen azonos. Az anizotróp tartományok méretei nem változtak. A szobahőmérsékletű nyomóterhelés tehát további rendeződését nem okoz.

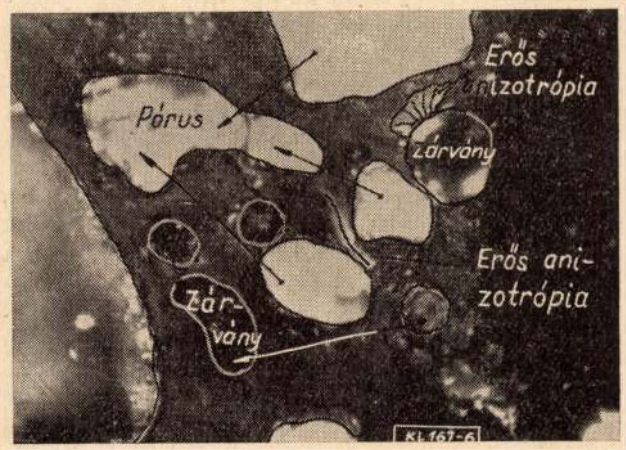
Az 1200 C°-on törésig terhelt kokszdarabok csiszolatain viszont feltűnő változásokat figyelhetünk meg *(4., 5., 6., 7. ábrák)*. A műanyagba beágyazott csiszolatok szélei megfelelnek a nyomásvizsgálattal széttört kokszkocka törésfelületeinek. A csiszolat szélein, tehát a törésfelület környezetében nagy felületű és igen erős anizotrópia jelenségeket figyelhetünk meg, amelyek főleg a pórusok közti keskeny anyagsávokban *(4. ábra)*, a pórusok szélein, egyes esetekben a kezdődő repedések környékén *(5. ábra)*, vagy széttört, vékony lemezeken *(6. ábra)* fordulnak elő. A szétört lemezek deformálódtak, ami a nagy hőmérséklet és nagy nyomás által okozott lágyulásra mutat. Ez a nagyfokú rendeződés csak a törésfelületek mentén tapasztalható, a vizsgált töredékek belsejében nem *(7. ábra)*. Itt változatlanul megtaláljuk az eredeti izotróp, illetve apró-foltosan anizotróp szerkezetet.



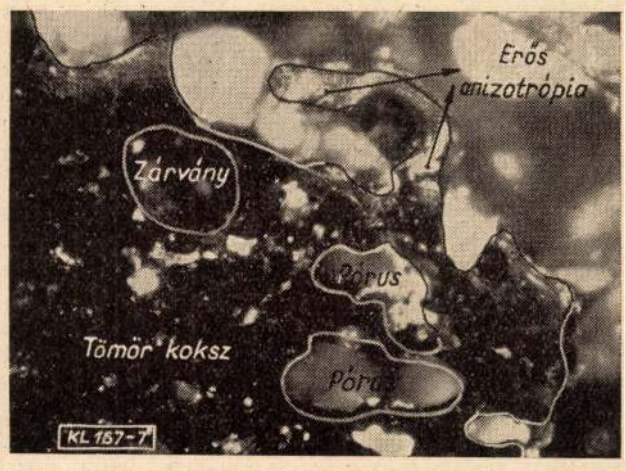
4. ábra. 1200 C°-on törésig terhelt kokszdarab, polarizált fényben vizsgálva. Nagyítás 150-szeres (eredeti 200-szoros)



5. ábra. 1200 C°-on törésig terhelt kokszdarab, polarizált fényben vizsgálva. Nagyítás 150-szeres (eredeti 200-szoros)



6. ábra. 1200 C°-on törésig terhelt kokszdarab, polarizált fényben vizsgálva. Nagyítás 150-szeres (eredeti 200-szoros)



7. ábra. 1200 C°-on törésig terhelt kokszdarab, polarizált fényben vizsgálva. Nagyítás 150-szeres (eredeti 200-szoros)

A nagy hőmérséklet és nyomás hatására bekövetkező anizotrópia-jelenségek erős analógiát mutatnak a feszültségoptikai modellkísérletekben mutatkozó jelenségekkel. Itt természetesen nem a jelenség keletkezésének optikai mechanizmusára gondolunk, hanem arra, hogy a rendeződésre valló optikai jelenségek a vizsgált mechanikai szerkezetnek azokon a pontjain jönnek létre, ahol a legnagyobb feszültségkoncentráció tételezhető fel (vékony anyaghidak, repedések kiindulópontjai stb.). Ez a nagyfokú rendeződés az anyagnak azokon a pontjain, amelyek a törésfelületen vagy közvetlen közelében feküsznek, nyilván a törés bekövetkezése előtt ment végbe. A rendeződés viszont a micellaelmélet értelmében azt jelenti, hogy a micellák egy irányba fordulva elsősorban lapjaikkal érintkeznek, tehát a köztük ébredő kohézió erős és így az anyag szilárdsága is nagyobb lesz. A nagyobb szilárdságú szerkezetet a törés előidézésére nyilván nagyobb mértékben kell terhelni és így áll elő a nagy hőmérsékleten mérhető nagyobb nyomószilárdság.

Arra a kérdésre válaszolva, hogy nagy hőmérsékleten nyomás hatására miért következik be a rendeződés, szobahőmérsékleten pedig miért nem, a micellaelmélet értelmében feltételezve azt mondhatjuk, hogy nagy hőmérsékleten a jelenlevő kevés folyadék viszkozitása kisebb, tehát az egész anyag valamivel mozgékonyabb, a rendeződés könnyebben megy végbe. A megnövekedett képlékenységre mutatnak — mint már említettük — a mikrofelvételeken látható deformálódott, eltört lemezek is.

Ezzel kapcsolatban értelmezhetjük azt a tényt is, hogy a nyomószilárdság a hőmérséklet emelkedésével folyamatosan nagyobbodik; ez a jelenség nyilván a koksz — bármilyen csekély — belső viszkozitásváltozását tükrözi, ami a hőmérséklet emelkedésével valóban mind nagyobb mértékű. Ugyanerre mutat az a megfigyelés is, hogy a szilárdságnövekedés viszonylagos értéke csak a hőmérséklettől függ, a koksz sűrűségétől nem. Nyilván itt is a viszkozitásváltozás tükröződik.

A mikrofelvételekből az is kitűnik, hogy a hamualkotók zárványai nem változtatják meg a kokszanyag rendeződését, tehát a szilárdságot. A törésfelület közelében fekvő zárványoknál általában sem anizotrópiajelenséget, sem kezdődő repedést nem észleltünk (6., 7. ábra). Az 5. ábrán látható egy hamuzárvány felületén végződő két repedés. Az erős anizotrópiajelenség helye azonban a repedés másik végén található, tehát a feszültség helyi növekedését itt sem a hamuzárvány okozta. Ennek értelmében a koksz hamutartalma a szilárdságot nem rontja.

A csiszolatok vizsgálata alapján arra a következtetésre is juthatunk, hogy a kokszmintákon mért nyomószilárdság jóval kisebb, mint a kokszanyag tényleges nyomószilárdsága és jelentős mértékben tükrözi a koksznak mint mechanikai szerkezetnek gyengeségeit. A törés mindig a nagyobb pórusok sorozata mentén következik be, a nagyobb kokszdarabokban nemcsak repedés, de még az ezt megelőző rendeződés sem tapasztalható. Magát a kokszanyagot nyilván csak jóval nagyobb terheléssel lehetne eltörni.

A koksz nyomószilárdságát tehát a hőmérséklet növelése a következőképpen változtatja meg:

1. Szobahőmérsékleten a rideg, nagy viszkozitású kokszot rideg mechanikai szerkezetnek tekinthetjük, ami adott terhelés hatására a leggyengébb pontjain törik.

2. A hőmérséklet emelkedésével a koksz viszkozitása csökken, a terheléskor a feszültségkoncentrációk hatására mikroszerkezetbeli rendeződés következik be, ami anizotrópia-vizsgálatokkal kimutatható.

3. A rendeződés a micellaelmélet értelmében a kohóziós erők növekedésével, tehát az anyag szilárdságának növekedésével jár. A mechanikai szerkezet gyenge pontjain a törés a rendeződés folytán nagyobb terhelésen következik be.

Alkalmas-e a nyomószilárdság-mérés üzemi ellenőrzésre?

A fentiek alapján a koksz nyomószilárdságának vizsgálata a koksz törésmechanizmusára vonatkozóan érdekes elméleti jellegű felvilágosításokkal szolgált. A nyomószilárdság-mérésnek mint gyakorlati üzemellenőrzési módszernek a bevezetése azonban — legalább is hazai viszonyok között — nem látszik célravezetőnek.

A nyomószilárdság-méréssel szemben elsősorban azt az ellenvetést hozzák fel, hogy a szilárdság mért értékei (100—300 kg/cm²) sokszorosan meghaladják azt az értéket, ami a nagyolvasztóban mint nyomóterhelés a számítások alapján egyáltalában kialakulhat (3—20 kg/cm²). Eszerint a leggyengébb kohókoksz is olyan szilárd, hogy a nagyolvasztóban semmiféle elmorzsolódása sem következhetne be; ez pedig ellentétben áll a gyakorlattal. Ezzel szemben *Schenck* [6] megállapítja, hogy a számított elméleti nyomóterhelés a nagyolvasztó teljes keresztmetszetére vonatkozik, nem pedig a kokszdarabok tényleg terhelt felületére; ezzel magyarázható a nagy nagyságrendi eltérés a mért és számított értékek között. A gyakorlati terhelésben szerepet játszanak még az előzőkben említett másodlagos tényezők (alaktényező, makrorepedések) is, mégpedig negatív irányban, vagyis a szilárdságot valamilyen — csak empirikusan meghatározható — mértékben csökkentik. Ezeket a tényezőket csak olyan mérési módszer veheti figyelembe, ami eredeti darabnagyságú kokszmintával és az üzemi viszonyokat lehetőleg megközelítő körülmények között dolgozik.

Lehet az is természetesen, hogy a kokszanyag kiinduló szilárdsága döntően megszabja a koksz viselkedését a kohóban; erre mutatnak *Holowaty* és *Squarcy* adatai [4]. Azonban éppen itt merül fel az a nehézség, ami a nyomószilárdságnak mint üzemi ellenőrző módszernek a használatát a gyakorlatban meghiúsítja: a helyes mintavétel problémája.

A nyomószilárdság-méréssel nyert adat ugyanis a kokszra mintegy mikroméretekben

jellemző. A koksz szilárdsága a sűrűséggel párhuzamosan az egyes kokszdarabokon belül is a kokszolásra használt szén összetételének, a kokszolási folyamat körülményeinek és a kokszolókamrában elfoglalt helyzetének megfelelően rétegenként változó lehet. A nyomószilárdság és sűrűség méréséhez felhasznált minták helyes kiválasztás alapján jellemzők arra a rétegre, amelyből származnak, de kis méreteik miatt nem jellemzők az egész kokszdarabra, és még kevésbé az egész értékelendő kokszmintára, pl. a kokszolóüzem napi többszáz kg mennyiségű átlagmintájára.

Ezért a kokszértékelés lényeges mozzanata nyomószilárdság-méréskor tulajdonképpen nem a megfelelő tulajdonság mérése, hanem a helyes átlag-mintavétel, illetve a mért adatokból a helyes átlagértékre való következtetés.

A nyomószilárdság-mérés alapján a makroméretű kokszértékelés elvileg két lépésben oldható meg :

a) Az értékelésre kerülő kokszadag százalékos szilárdságeloszlását jellemezni kell a negyedelés és válogatás útján nyert kis mennyiségű minta minden egyes darabjának mérésével.

b) Az így nyert átlag-szilárdságértékeket összefüggésbe lehet hozni a vizsgált koksz felhasználási időtartamának megfelelő kohóüzem-adatokkal és nagyobbszámú mérés alapján meg lehet vizsgálni a korreláció jellegét, illetve mértékét.

Az első lépésben nagy hibalehetőséget jelent az a tény, hogy a kisméretű próbatestek elkészítéséhez szükséges mérési mintát — hacsak nem akarunk mintánként 100—150 mérést végezni — kézi válogatással kell a megfelelő súlyra redukálni. Ebben pedig nagy szerepet tölt be a mintavételt végző dolgozó gyakorlata és egyéni ítélőképessége. Az eredeti állapotra jellemző sűrűség- és szilárdságeloszlás reprodukálását nem lehet méréssel ellenőrizni. További hibalehetőség abban rejlik, hogy a helyesen vett átlagminta egyes darabjain belül a valóságnak megfelelően kell megbecsülni a homogén, tehát azonos szilárdságú tartományok százalékos eloszlását. A kokszminta átlagszilárdságának meghatározása tehát a szilárdságmérés pontosságától teljesen függetlenül két jelentős és nem mérhető hibalehetőséget tartalmaz.

Az értékelés második lépése a fentiek szerint nyert átlagszilárdság és a kohóüzemi adatok összehangolása és a mutatkozó korrelációk meghatározása ; ez a lépés — gondos adatregisztrálást feltételezve — hibamentesen elvégezhető.

Ezt a műveletsorozatot összegezve arra a megállapításra jutunk, hogy bár nem látunk — az üzemi felhasználhatóság szemszögéből — más lehetőséget a kohókoksznak a kokszanyag nyomószilárdság-mérése alapján makroméretű értékelésére, a módszer ebben az alakjában nem alkalmas üzemi ellenőrző módszerként. A módszer gyengéje elvi jellegű és abban rejlik, hogy az értékelés folyamán igen kis próbatesteken mért, erősen szóró értékekből kellene a makroméretekben megnyilvánuló tulajdonságokat megbízható módon levezetni. Ebben a lépésben nagy szerepet kap az egyéni ítélőképesség és az eredményeket nem lehet méréssel ellenőrizni. Kalibrálási lehetőség nincs.

A kohókoksznak tehát a kisméretű próbatesteken végzett nyomószilárdság-mérése tudományos szempontból nagy fontosságú és sok érdekes felvilágosítással szolgál így pl. a koksz nagy hőmérsékleten tanusított viselkedésére vonatkozóan, de üzemi ellenőrzésre nem használható.

IRODALOM

[1] *Reerink, W.:* Stahl und Eisen, 1955. 6. Márc. 24. 328. oldal.
[2] *Freund, H.:* Handbuch der Mikroskopie in der Technik, II kötet, I. rész, 392. oldal.
[3] *Echterhoff, H.:* Stahl und Eisen, 1961. 14. Jul. 20. 992. oldal.
[4] *Holowaty, M.—Squarcy, J.:* Blast Furnace, Coke Oven Raw Materials Proceedings, 1957. 249. o.
[5] *Grosskinsky, O.:* Handbuch des Kokereiwesens Düsseldorf, 1955.
[6] *Schenck, H.—Esch, H.:* Stahl und Eisen, 1955. 22. Nov. 3. 1421. oldal.
[7] *Taylor, I.:* Iron & Steel, 1955. 10. 431. oldal.
[8] *Romwalter A.:* Acta Technica 1950, Tom I. [2]. 75. oldal.
[9] *Wolff, W.:* Stahl und Eisen 1928, 301. oldal.

Helytelen — **helyes**

A bauxitok vastartalmát Bayer-módszerrel *végzett* alumíniumoxid *kinyerése* után visszamaradó vörösiszapból igyekeznek hasznosítani. — A bauxitból Bayer-módszerrel **kinyerik** az alumíniumoxidot, majd a visszamaradó vörösiszapból a vastartalmat igyekeznek hasznosítani. (A második mondat ugyanannyi szóból áll, mégis sokkal érthetőbb.)

Ha a hevítés hőmérsékletét helyesen *választjuk meg*, akkor... — Ha a hevítés hőmérsékletét helyesen **állapítjuk meg**, akkor...

A kísérleteinket az előbb elmondottak *figyelembevétele mellett* 350 C°-on végeztük el. — Kísérleteinket az előbb elmondottak **figyelembevételével** 350 C°-on végeztük el.

A bauxit-NH_4Cl keverék elkészítése kétféle módon *történhet*. — A bauxit NH_4Cl keverék kétféle módon **készíthető el**.

A második keverék *jobban volt homogenizálva*. — A második keverék **homogénebb** volt.

A bauxit-NH_4Cl keverék *aránynál mindegyik alkalmazott* hevítési *hőmérsékletnél* kapott eredményeket táblázatba foglaltuk. — A bauxit-NH_4Cl keverékkel **különböző** hevítési hőmérsékleten kapott eredményeket táblázatba foglaltuk.

A fentiekben bizonyítottuk, hogy húzásonként a maximális *redukció kerüljön alkalmazásra*. — A fentiekben bebizonyítottuk, hogy az a helyes, ha húzásonként a maximális **redukcióval dolgozunk**.

A termékek gazdaságos előállításának alapfeltétele az állóeszközök *termelékenysége kapacitásának fokozása*. — A termékek gazdaságos előállításának alapfeltétele az állóeszközök **termelékenységének növelése**.

Itt csak a *főbb*, a gazdálkodást helytelen irányba térítő akadályokról beszélünk. — Itt csak a gazdálkodást helytelen irányba térítő **fontosabb**, akadályokról beszélünk. (A második mondat szórendje helyesebb.)

A vállalatok azt is vizsgálják, hogy melyik termelőegységet *rentabilis üzemeltetni*. — A vállalatok azt is vizsgálják, hogy melyik termelő egység **üzeme kifizetődő**.

Most messzebb kerültünk attól az értéktől, mint amit eszközeink a népgazdaságban valóban *reprezentálnak*. — Most messzebb kerültünk attól az értéktől, amit eszközeink a népgazdaságban **képviselnek**.

Kísérletek a közvetlen adagolású gázcementáló kemence teljesítményének növelésére

Dr. JOBAHÁZI JENŐ
(Autóalkatrészgyár)

DK 66.09 : 621.785.5

Gázcementáló kemencéink szenitőképességének szabályozhatósága és ennek érdekében a lejátszódó folyamatok közelebbi megismerése sokat foglalkoztatja az e munkaterület haladásáért küzdő szakembereket. Ezért a nemzetközi hőkezelési konferenciák tárgykörének legjelentősebb és a legtöbb újdonságot nyújtó előadásai az utóbbi években a közvetlen adagolású gázcementálás kutatási eredményeivel foglalkoznak. Újabban a fejlett ipari államokban is egyre növekvő erővel munkálkodnak a külön gázgenerátorokat kivánó költségesebb eljárások kiküszöbölésének lehetőségein. Most a hazai kemencetípus üzemében is hasznosítható fejleményeket szeretném tapasztalatainkkal és méréseinkkel egybevetve tárgyalni.

Mindenekelőtt cáfolni szeretnék néhány feltevést, amelyekkel gyakran helytelenül magyarázzák gázcementálásunk ingadozó eredményét. Az egyik feltevés szerint a szenitő atmoszféra előállítására hazánkban jelenleg használatos lakkbenzin, illetve petróleum az ejtőtartályban alkotó vegyületeik fajsúlyának megfelelően rétegeződik. A másik szerint a komponensek különböző illékonysága következtében keletkeznek időbeli minőségváltozások, melyek azután a szenitőpotenciál ingadozásait okozzák. E két elképzelés helytelenségét gondos méréseink bizonyítják. 130 cm magas zárt csőben hat hétig *ülepítettünk* lakkbenzint. A legalsó és legfelső rétegből gondosan mintát vettünk, majd különlegesen érzékeny lebegtetési módszerrel meghatároztuk fajsúlyukat. A fajsúlynak mindössze egyetlen ezrednyi értékkülönbözetét sikerült kimutatnunk. Egy négyhónapos ismételt próba megint azonos eredményt adott. Ezzel egyidejűleg alacsony, bőszájú nyitott edényben is tároltunk lakkbenzint ugyancsak 6 hétig. Fajsúlyát előtte és utána szintén nagy pontossággal, valamennyi állapotjelző gondos figyelembevételével határoztuk meg. Bár itt a fajsúlyváltozás az előbbi vizsgálathoz képest több mint kétszeres, még mindig jelentéktelen.

Az ülepedés és párolgás következtében beálló frakcionálódásnak tehát a gázcementálás üzemi körülményei között nincs jelentősége. Az üzemi viszonyok az ismertetett próbáknál sokkal kedvezőbbek mind az edény alakja, mind az elkülönülésre álló idő vonatkozásában. A szenitės erőteljességét tehát az ismertetett fajsúlyingadozások nem módosítják, sőt még az erősebben eltérő fajsúlyú és különböző tenziójú paraffinsorbeli szénhidrogén (azaz petróleum- és benzinféleség) szenitőképessége között is nehéz különbséget tenni. A rendszertelenül jelentkező hiba csaknem kivétel nélkül kemencéink változó mértékű tömítetlenségeiben rejlik.

A kemenceszerkezet állandó és véletlen tömítési változásainak mértékét már a cementálószer kiválasztásakor figyelembe kell venni. Magyarázatként hivatkozunk *Vondraček* [1] idevonatkozó mérési eredményeire, amelynek értelmében szokott üzemi körülmények között is 17—25% között mozog a Skoda-művek gázcementáló kemencéinek átlagos levegőbeszívása. Sőt ez nem is tekintendő hibának, mert pl. petróleum használatakor 30%-os levegőbeszívás során tapasztalták a maximális szenitőpotenciált. Olyan vegyületek adagolásakor, melyek a szénhidrogénektől eltérően vegyileg kötött oxigént is tartalmaznak (aceton, alkoholok stb.), kevesebb hamis levegő behatolásakor mutatkozik az optimum. Tehát a légmentes lezárás nem lehet célunk, de a közel állandó arányú légbeszívás elérésére feltétlenül törekedni kell. Ezen már nagymértékben ront a fedél laza elhelyezése is, vagy még inkább egy észrevétlen repedés.

Nálunk a hazai kemenceszerkezetek légbeszívási aránya valószínűleg más, mint az eltérő alkatú és tömítésű, valamint a fenékbe épített ventillátorral üzemben tartott csehszlovák kemencéké. Ennek következtében az ott jól bevált üzemanyag nem lesz okvetlenül nálunk is a legjobb. Tapasztalataink azonban elvben nagyon hasonlók. Így pl. az oxigéntartalmú vegyületekkel végzett kíséreleteink során, melyek gázelemzéseinkből adódó következtetéseink [2] alapján kerültek munkatervünkbe, a következőket észleltük : jól tömített kemencében egyes kombinációk (trietanolaminnal, acetonnal, benzaldehiddel, izopropilalkohollal) némileg gyorsabb cementálásokat tettek lehetővé, mint a lakkbenzinből vagy petróleumból előállított atmoszféra. Már kisebb tömítési hibák fennforgásakor azonban az oxigént tartalmazó szenitő-folyadékok sokkal gyengébben, sőt néha gyakorlatilag egyáltalán nem cementáltak. Ezzel szemben a tisztán szénhidrogéneket tartalmazó vegyületek szenitőképessége csak kisebb mértékben sínylette meg az ilyen mértékű többletlevegő beszivárgását. Az üzemanyag adagolásának növelésével a tömítetlenségi hibákat legtöbbször sikerült ellensúlyozni. A nagy arányú, állandó jellegű légbeszívás valószínűtlen, mert gázelemzéseink folytonosan csökkenő N_2 és CO mennyiséget jeleznek a lakkbenzin adagolása közben. (A nagy mennyiségben beszívott levegő nitrogénje és oxigénje viszont csakhamar állandósítaná e komponensek jelenléti arányát.)

A durvább tömítetlenségek oka egyes esetekben könnyen kiküszöbölhető. Ilyen például a záróhomok szemcséinek összesülése durva szemcsékké, a fedél gondatlan ráhelyezése, vagy a ventillátor-tengely rossz tömítése. Itt kell megemlítenünk, hogy a szivárgást a ventillátor fordulatszáma és kialakítása is növelheti. A leggyakoribb hibák, sajnos, a retorta vagy a fedél repedései folytán állnak elő. Hegesztéssel való javításuk hosszabb, jól előkészített munkát köve-

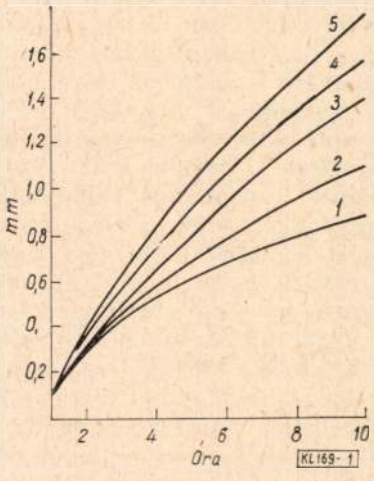
tel, mert a hőálló lemezt nagy felületen kell felhevíteni, nehogy további repedések keletkezzenek. A retorta repedései többnyire az alsó harmadban keletkeznek, ahol a nagy terhelés folytán deformálódás is észlelhető. Méretük növekedésével fokozódik káros hatásuk. Kezdeti repedések a szenítés időszükségletét nyújtják meg, súlyosabb esetben azonban már teljesen leáll a folyamat. Főként az üzemszünetek alkalmával beálló lehűlési és újramelegítési periódus alatt következnek be gyakran repedések. Ezért az állandó kemenceüzem ajánlatos, amit gazdasági szempontok is indokolnak. A teljes lehűlést lehetőleg munkaszünetes napokon is mellőzzük. Valószínűleg a repedések megakadályozása érdekében készült a már említett cseh kemencetípus úgy, hogy annak nemcsak fedele, hanem retortájának hengerpalástja is függesztett megoldással homokzárba süllyed.

A szenítő-potenciál növelése

A közvetlen adagolású csepegtetős kemencében előállított cementáló gázt meg kell különböztetni a külön generátorral szénhidrogén adalék nélkül működő cementáló atmoszférától. A megkülönböztetést lényegében a C-t hordozó vegyületek különbözősége indokolja, melynek értelmében egyik esetben a CH_4, másikban pedig a CO az aktív gáz. Több közlemény és szabadalom szerzője azonban függetlenül az eljárástól a szénmonoxid hatásának tulajdonít döntő jelentőséget. Előző közleményünk [2] következtetései között mi is eltúloztuk a CO jelentőségét. Éppen emiatt kísérleteztünk a kötött oxigént tartalmazó vegyületekkel, hogy általuk lehetőleg állandó CO szintet tudjunk biztosítani. Az előbbiek szerint beigazolódott azonban, hogy az ilyen gázösszetételt a további oxigént jelentő hamis levegő károsan megváltoztatja, továbbá az is, hogy a szénmonoxid szenitő hatása az adott körülmények között elhanyagolható a metánéhoz képest. *Bussel* [3] például az alkoholok bomlástermékeinek C-potenciáljait *Harris* [4] adatai alapján tárgyalva kimutatja, hogy 925 C°-on a CH_4 *tizenkétszer* több diszponibilis karbont szállít a cementáláshoz, mint a CO. Érdekes módon egy ugyancsak francia cégtől, *Renault*-tól származó [5] szabadalom viszont szinte kizárólag a CO-nak tulajdonítja a szenítés folyamatát. C-t és O_2-t 1 : 1 arányban tartalmazó vegyületből (CH_3OH), vagy ilyen aránynak megfelelő mennyiségű levegővel kevert egyéb szerves folyadékokból kiindulva állítja elő a szenitő atmoszférát. Tapasztalataink alapján azonban megállapíthatjuk, hogy a CH_4-et bőségesen szolgáltató propán-bután gázadalék minden esetben hatásosabb, mint az oxigéntartalmú drágább vegyületek bármilyen arányú keveréke. A cseppfolyós üzemanyagokból származó hőbomlási gázokban ugyanis a CO-tartalom sohasem érhet el akkora parciális nyomást, hogy ez hatásában versenytársa lehessen a metánnak, vagy közeli homológjainak. Ez utóbbiaknak viszont feltehetően jelentős szerep jut a szilárd közegű cementálásban is. A szénféleségek hidrogéntartalma ugyanis nem elhanyagolható mértékű, amiből különböző szénhidrogének jelenlétére kell következtetnünk.

Kísérleti tapasztalatok újabb anyagokkal

Kezdetben *lakkbenzin* és *aceton* elegyével próbálkoztunk. Kísérleteink folyamán azonban a gumi és PVC csatlakozódarabok erősen lágyultak, a vékonyabb falúak pedig át is szakadtak. Itt már valóban nagymértékben mutatkozott a két komponens jelentékeny tenzió-különbsége is. Az aceton lakkbenzines elegyéből is szinte ugyanolyan gyorsan párolog mint önmagában. Ezért feltétlenül jól záró és kotyogóval ellátott fedelű ejtőtartályt kell használni. A cementálás intenzitásában ez új eleggyel viszont csak árnyalati javulás mutatkozott. Hasonló a helyzet a főként Csehszlovákiában elterjedt Teral (40% terpentin, 30% etilalkohol, 30% aceton) használatakor is. Erről képet kaphatunk a *Vondraček* [1] által közölt szenitési görbe *(1. ábra)* értékelésekor. Látható, hogy 910 C°-on még 6 óra alatt sem érhető el vele az 1 mm-es szenitési mélység. E drága elegy üzemi bevezetését fokozott tűzveszélyessége miatt sem ajánlhatjuk.



1. ábra. A Teral szenítési görbéje (Vondraček nyomán)

Trietanolaminnal azért kísérleteztünk, mert nitrogéntartalma révén a szenitéssel egyidejűleg az e folyamatot serkentő kisebb mérvű nitrálásban is reménykedtünk. Mivel azonban ez a nitrogénmennyiség igen kevés, megkíséreltük a trietanolamint ammónia gázzal telíteni. Ez kezdeti sikerekkel járt, mert a trietanolaminban nagy mennyiségű (több mint 100-szoros térfogatú) ammónia nyelődött el és a telítés folyamán örvendetesen csökkent az egyébként kellemetlenül sűrűn folyó anyag viszkozitása. Az ammóniás telítés hatására 28 C°-on például felénél is kisebbre csökkent a trietanolamin kifolyási ideje. 24 C°-on pedig még határozottabb, azaz csaknem négyszeres volt a különbség. Sűrűsége ugyanekkor 16 Bé°-ról 11-re, tehát aránylag kisebb mértékben esett. Ez térfogatának növekedésében is megnyilvánult. Olvadáspontja is csökkent. Viszkozitása azonban továbbra is erősen változott a hőmérséklet függ-

vényében. Ennek a kis viszkozitási indexnek következtében a csepegtetés állandó mértékét nehéz volt biztosítani. Percenként 160-as csepp-számmal adagolva koromképződés nem mutatkozott, de a cementálás intenzitása csak kivételes esetben volt nagyobb, mint a lakkbenzines gázoké. Tárolás közben mutatkozó erős nedvszívása, a hidegebb évszakokban bekövetkező dermedése, valamint nehezebb beszerezhetősége mind-mind hátrány a lakkbenzinnel szemben. (Lakkbenzines keverékével nem próbálkozhattunk, mivel a két folyadék nem elegyedik.)

A trietanolamin nitrálóképessége nem lehet jelentős. A nitrocementálásra vonatkozó irodalmi adatok az NH_3 térfogata arányát általában 25—30%-ban állapítják meg, ezt a mennyiséget azonban folyadékban bevinni igen nehéz. Az üzemanyagoknak ugyanis saját térfogatuknak kb. 300-szorosát kitevő normál állapotra átszámított mennyiségű NH_3-gázt kellene leadniuk, hogy ezt a kívánalmat kielégíthessék a kemencében.[1] A nitrocementáláshoz a 900 C°-ot meghaladó hőmérséklet egyébként is túlságosan nagy.

Valószínűleg ez utóbbi okoknak tulajdonítható az is, hogy *karbamid*-adalékos kísérleteink sem vezettek eredményre. Az igen olcsó karbamidot [$CO(NH_2)_2$] por és ömlesztett darabok alakjában folyamatosan, illetve szakaszosan adagoltuk, mivel lakkbenzinben alig oldható. A keletkező ammóniára vonatkozó előzetes számítások alapján a percenkénti mennyiség 5, illetve 8 g karbamid volt, 140—160 csepp lakkbenzin egyidejű adagolásakor. Számos ilyen próbánk sikertelen maradt. Csak akkor tapasztaltunk némi eredményt, amikor a kemence lezárásakor vagy méginkább a hőátvétel után egy darabban dobtunk be 0,5—1 kg-os ömlesztett karbamidot. A folyamatok sebessége terén azonban itt sem értünk el 0,23 mm óránkénti kéregképződésnél gyorsabb szenitést. Az első órában vett próbapálcák maratott csiszolatán a vékony nitrált kéreg még határozottan felismerhető volt. A kezdeti szenitőszakasz serkentése céljából tehát nem látszik teljesen reménytelennek a maradéktalanul elgázosodó karbamidtömb használata. (A belőle keletkező ammónia szagú gázok talán leginkább a $CO + 2\,NH_x$ összetétellel jellemezhetők.) Ez munka- és költségtöbbletet szinte egyáltalán nem jelent, viszont kedvezően elősegíti a légcserét. Szénmonoxidban és aktív nitrogénben dús atmoszférát teremtve már a hőátvétel szakaszában utat nyit a C-diffúzió gyorsabb megindulásának. Tartósabb hatás azonban ettől sem remélhető, a karbamidtömb elgázosodása ugyanis hirtelen gázfejlődéssel percek alatt megy végbe. A kemence ilyenkor szinte kifújja magából az ammóniatartalmú gázokat.

Így jutottunk el a közvetlen gáz alakú *ammónia* adagolásához, az egyszerűbb megoldások kudarcai után. Csakhamar kiderült azonban, hogy a közvetlen edzés megoldása nélkül csupán a karbon-diffúzió serkentését remélhetjük. Percenként 4—6 liter NH_3-gázt bocsátottunk a kemencébe, a szokásos lakkbenzin egyidejű adagolásával. A szenités gyorsulását alig, káros hatásokat viszont határozottabban észleltünk. A munkadarabok újrahevítését követő edzés után a felületi keménység nem érte el a kívánt mértéket, mert a karbonitrált kéregből a nitrogén kidiffundált. Közvetlenül edzett próbadarabjainkon viszont 62 HR_c-nél nagyobb keménységet mértünk. Ez a módszer ugyanis kisebb hőfokon, és erről közvetlenül lehűtéssel használható ki jobban. Például 850 C°-on dolgozva már számos előnyös következménnyel számolhatunk. Energia-megtakarítás érhető el, csökken a deformációs veszély, hosszabb lesz a tűzállótok élettartama. Biztonságosan elkerülhető a szövetszerkezet szemcsedurvulása, így a szemcsefinomító hőkezelés szükségessége is. Csökken a kéreg felpattogzásának veszélye. A réteg kopásállóbb, korrózióállóbb lesz és bizonyos mértékig hőállósága is javul. Kisebb lehűlési sebesség szükséges, így az ötvözetlen acélok is edzhetők olajban. A felhasználható acélanyagok választéka bővül, mert a legtöbb acélfajta nitrocementálható. A Boudoard-görbe szerint a CO_2 esetleges jelenléte ezen a hőfokon kevésbé rontja a szenitő-potenciált. A cementálni nem kívánt felület rezezéssel itt is védhető. Az NH_3 adagoláshoz a kemencét csak alig szükséges átalakítani.

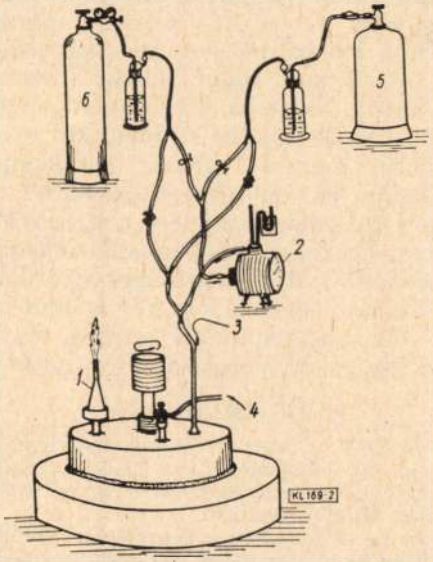
E számos szempontot figyelembe véve feltétlenül érdemes még több fáradsággal, újabb ötletekkel munkálkodni a kemencéinkből végezhető közvetlen edzés üzemszerű megoldása érdekében. Addig azonban tapasztalataink szerint nem érdemes cementálásunkat ammónia-adagolással bonyolítani. Ha már gázpalackhoz kell folyamodnunk, akkor egybehangzóan jó eredményeink alapján a jelenlegi helyzetben a propán-butános adalékot javasoljuk. E gázokból ugyanis sok CH_4 keletkezik [6]. A propán pl. $C_3H_8 = 2\,CH_4 + C$-re bomolhat. A propán-bután gáz adagolásának kemencéinkben a kezdődő koromkiválás szab határt. Túlszenítés veszélyétől nem kell tartanunk, mert az esetleg kialakuló kezdetleges karbidháló a további megfelelő hőkezelések folyamán teljesen eloszlik. Az optimális gázadalékot a szokásos méretű kemencéinkben percenként 2,5—2,8 literben állapítottuk meg, 160 csepp/perc lakkbenzin egyidejű adagolásakor. Méréseink szerint így kb. 3 óra alatt fogy el 1 kg propán-bután gáz. Az így jelentkező minimális költségtöbbletnek tehát sokszorosa térül meg a folyamat lerövidülésével, mind a villamosenergia fogyasztás, mind a kapacitásnövekedés terén. A rövidebb folyamat a kedvezőbb szövetszerkezet miatt is előnyös. A propán-bután palackot célszerű lefelé fordítva felszerelni, hogy a komponensek tenziókülönbsége ne változtassa meg az adagolásra kerülő gázelegy összetételét.

Kizárólag propán-bután gázt juttatva a kemencébe nem sikerült felülmúlnunk a lakkbenzines folyamat átlagos eredményét.

A *2. ábra* vázlatának megfelelő elrendezésben ammóniával kombinált propán-bután gázadago-

[1] A számítás alapját régebbi méréseink [2] szolgáltatják, melyeknek megfelelően percenkénti 8—9 ml-es csepegtetéssel percenként kb. 10—11 liter normál állapotú gáz távozik az égető csonkból.

lással is kísérleteztünk a szokott mennyiségű lakkbenzin egyidejű becsepegtetésével. Számos változatot próbáltunk ki különböző mértékű folyamatos és szakaszos, továbbá egyidejű és váltakozó gázadagolásokkal. Kísérleteink értékelésében a folyamat összidejét, több közbülső próbapálcán a rétegvastagságot, valamint rövid időre (15 perc) behelyezett számos próbahuzal C-tartalomnövekedését és a kemence gázösszetételének változásait vettük figyelembe. Az eredmények csak kivételes esetekben voltak némileg jobbak, mint amikor NH_3 nélkül dolgoztunk. A propán-bután gáznak csupán szakaszos adagolása a cementálás élénkségét kissé lerontotta. Az NH_3-nak viszont inkább a folyamatos erőteljes adagolása mutatkozott károsnak. Végeredményben tehát a bonyodalmas kettős gázadagolás sem nyújtana gyorsabb szenitést, de sok gondot és ellenőrzést kívánna.



2. ábra. Az ammóniával és PB-gázzal kombinált kísérletek vázlata

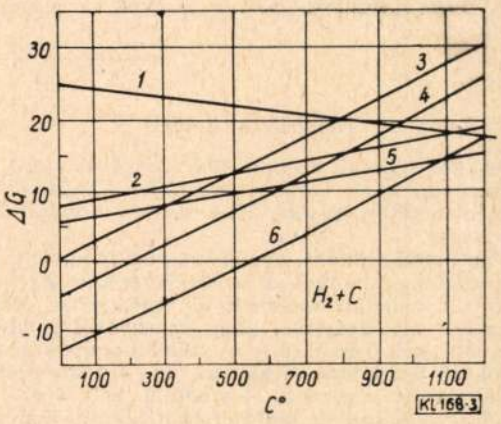
1 a próbapálca nyílás egyúttal égető, *2* gáz mérőóra lakkbenzin záró folyadékkal, *3* gáz beadagolás az égő csonkon át, *4* lakkbenzin csepegtetés, *5* propán-bután tartály, *6* NH_3 tartály

Ez utóbbi gázkeveréknél egyszerűbb megoldás a *Wyss* által ismertetett [7] kettős csepegtetés módszere, mely szerint felváltva, ill. együttesen kerül adagolásra kétféle pirolitikusan bomló folyadék. Az egyik — többnyire metilalkohol — csak alig szenitő hordozógázt képez, míg a másik (pl. izopropilalkohol) erélyes cementálógázt ad. A kétféle folyadék automatikus adagolását egy harmatpontmérő által vezérelt mágnesszelep szabályozza. A gázcementálás C-potenciálja így irányíthatóvá, ill. beállíthatóvá válik. Hazai viszonyaink között azonban mindaddig, míg a túlszenitės veszélye nem áll fenn, feleslegesnek látszik a közel semleges alapgáz használata. Közvetlen célunk a szenitės élénkítésére irányul, részben a C-potenciál, főként azonban az ettől külön nem választható diffúziósebesség növelése érdekében. Egyelőre arra kell törekednünk, hogy 4,5—5 órán belül biztonságosan elő tudjunk állítani 1 mm-es jó minőségű cementált réteget. Lehetőleg egyszerűen, egyetlen folyadékkal, illetve eleggyel szeretnénk a feladatot megoldani, ezért nem foglalunk még egyértelműen állást a propán-bután gázadalékos módszer bevezetése mellett.

A szenitő közeg előállítására egyelőre nem tudunk jobbat ajánlani a lakkbenzinnél, bár sok olyan szerves vegyülettel kísérleteztünk, melyek szerkezeti szempontból nézve kedvező bomlástermékeket ígértek. Jelentős gyakorlati előnye a vízzel többé-kevésbé elegyedni hajlandó folyadékokkal (pl. alkoholok, aceton, trietanolamin stb.) szemben, hogy a vízmentességét nem kell ellenőrizni, mert vizet gondatlan tároláskor sem vehet fel. A cementáló gázok minősítésének egyik legelterjedtebb módja a harmatpontmérésen alapszik, ezért a vízgőzök káros hatása kétségtelen. Ilyen irányú minőségi ingadozások tehát a benzinek használatakor nem veszélyeztetik a szenitő atmoszféra kialakítását. Valószínűnek látjuk, hogy a benzinek megítélésében sem a fajsúly, sem a forráspont nem játszik döntő szerepet. A desztillációs görbe is alig nyújtana közelebbi tájékoztatást, talán bizonyos forrpontminimum kikötésén kívül inkább az oktánszámnak tulajdoníthatnánk jelentőséget. Ez a mérőszám ugyanis a cementálás szempontjából is kedvező vegyületek mennyiségével arányos. Ilyenek az elágazó szénláncú izoparaffinek, ellentétben az egyenesláncú szénhidrogénekkel és olefinekkel.

Az oktánszám növelésének egyik módja a földgázból származó 3 . . . 6 atomos szénhidrogénelegyek hozzákeverése, ami viszont a propán-butánban (C_3, C_4) megtalálható. Az alkoholok között — ahol oktánszámról már nem beszélünk — szintén az elágazók, tehát az izoalkoholok karbonpotenciálja nagyobb [3]. Pirolitikus bomláskor ezek feltehetően metánban gazdagabb gázelegyre esnek szét, mint az egyenesláncúak.

A szóba jövő szénhidrogének, ill. bomlástermékeik közül termodinamikai szempontból a metán a legállandóbb. Képződési szabad entalpiájukat a hőfok függvényében ábrázolva ugyanis a metán görbéje fekszik legalacsonyabban *(3. ábra)*. 552 C° felett azonban a CH_4 sem stabilis, szénre és hidrogénre való további bomlása tehát csak idő kérdése. Ezeknek a számunkra kedvezőtlen bomlástermékeknek képződését a kemencében



3. ábra. Egyes szénhidrogének szabad entalpiája a hőmérséklet függvényében (cal/mol súly/C-atom/molekula)

1 acetilén, *2* etilén, *3* oktán, *4* etán, *5* benzol, *6* metán

végbemenő gyors gázcserével csökkenthetjük. Így az adagolás megfelelő sebességével biztosíthatjuk a kellő számú metánmolekula állandó utánpótlását, melyek részben a termodinamikai egyensúlynak megfelelően számunkra haszontalanul, részben pedig munkadarabjaink felületén hasznosan bomlanak el. Az erőteljesebb gázképződés az esetleges kisebb tömítetlenségekből származó légbeszívás mértékét is csökkenti, a túlzott adagolás viszont nemkívánatos koromképződéssel jár. A gyors gázcsere a Boudoard-egyensúly beálltát [8] is késlelteti [6], minek következtében a CO szenitő hatása itt még inkább veszít a jelentőségéből.

A további kísérletek anyagai

A vegyületek kiválasztásakor a döntő szempont természetesen az optimális szenitőképesség. Azonban a következő szempontok sem hagyhatók figyelmen kívül.

A becsepegtetésre kerülő folyadék legyen :

1. lehetőleg olcsó hazai készítmény és
2. azonos minőségben könnyen beszerezhető,
3. tárolás közben maradjon állékony (bomlás, nedvszívás stb.),
4. tenziója és viszkozitása ne legyen túl nagy, viszkozitási indexe pedig túl kicsi,
5. gyulékonysági veszélye legyen minél kisebb,
6. korróziót okozó bomlástermékeket ne adjon le,
7. forrpontja és felületi feszültsége ne legyen túl kicsi (buborékképződés), olvadáspontja pedig legyen 0 C° alatt.

Minthogy az ilyen vegyületek előreláthatóan adalékként cseppfolyós szénhidrogénekhez elegyítve kerülnek használatra, lényeges, hogy az illető vegyület apoláros oldószerrel elegyíthető legyen. Sajnos, ez utóbbi kívánalom általában nem jár együtt a nagyobb mennyiségű NH_3-gáz abszorpciós lehetőségével, ami viszont a gáznitrocementálás bevezetésének adhatna újszerű megoldást.

További vizsgálataink során kísérleteztünk a benzaldehid, benzol, terpentin, etilalkohol, n. butilalkohol, izopropilalkohol, piridin, xilol, glicerin és a már tárgyalt folyadékok különböző koncentrációjú, két- és több komponensű, többnyire lakkbenzines elegyével. Ezeket az anyagokat bár eredményeink nem kielégítőek, mégsem tartjuk végleg elvetendőknek, hiszen elegyíthetőségük rengeteg változatot tesz lehetővé. Az acetonnal és az izopropilalkohollal tapasztaltuk a legkedvezőbb elegyíthetőséget poláros és apoláros szerkezetű folyadékokkal egyaránt, sőt jelenlétükben számos olyan komponens is elegyedik egymással, melyek önmagukban külön fázisokat képeztek.

Összetételük, kedvező fizikai sajátságaik és elfogadható áruk alapján kísérletre érdemesnek igérkezik még a dekalin, tetralin, paraldehid, izobutilamin, izobutilalkohol, benzilalkohol, ortotoluidin, ciklohexan, anilin, pikolin, izoamilalkohol, glikol stb. Nagyobb olvadáspontjuk folytán oldat alakjában kerülhetne kipróbálásra a centralit (difenil-dietilkarbamid), krezol, dietilamin, diciklohexilamin, hexametiléntetramin stb.

Célunk érdekében a jövőben a szenitő közegen kívül a kemencekonstrukció további fejlesztésével is foglalkoznunk kell. Főként a leggyakoribb hibák okainak kiküszöbölésére kell törekednünk, mert a kieső idők csökkentésével szintén lényegesen növekedhetne gázcementálásunk kapacitása.

IRODALOM

[1] *Vondracek, V.:* Gasaufkohlung und Karbonitrierung im Monokarbofen. Der Maschinenbau 1962. I. 25. old. (Elhangzott az 1961. évi lipcsei Hőkezeléstechnikai Konferencián.)

[2] *Jobaházi J.—Zoltainé:* Cseppfolyós szénhidrogénekkel működő közvetlen adagolású gázcementáló kemencék szenitő atmoszférája. Kohászati Lapok 1962. 3. 123. old.

[3] *Boussel, P.—Cabor, R.—Peffen, R.:* Préparation d'atmosphères de cémentation gazeuse par cracking d'alcools. Memoires Scientifiques Rev. Metallurg., LVIII. 3. sz. 1961.

[4] *Harris, F. E.:* Atmospheres for heat treating of steels. Metal Progress (1948. Szept.).

[5] *Patent-Renault:* Verfahren zur Herstellung eines Gases für die Zementierung von Stahl. (Deutsches Patentamt, Patentschrift Nr. 850900)

[6] *Birk, P.:* Gasaufkohlung mit festen Zementationsmitteln. Der Maschinenbau 1962. I. 21. old. (Elhangzott az 1961. évi Hőkezeléstechnikai Konferencián Lipcsében.)

[7] *Wyss, U.:* Grundlagen der Gasaufkohlung und Schutzgasglühung nach einem neuen Eintropfverfahren. Härtereitechnik und Wärmebehandlung 1962. 9. (Elhangzott a IX. Nemzetközi Hőkezelő Konferencián, Lausanneban.)

[8] *Szőke Béla:* Betétedzésű acélok hőkezelése. Géppgyártástechnológia. 1963. 3. 97. old.

Helytelen — **helyes**

Az állóeszközök csoportokba való *besorolása* meglehetősen *szubjektív alapon történt.* — Az állóeszközöket meglehetősen **egyéni ízlés** szerint *sorolták be* a csoportokba.

Van olyan vállalat, amely annyira hengerelt árura *profilírozott*, hogy *funkcióját* az elnevezésében is viseli. — Van olyan vállalat, melynek oly **mértékben feladata** a hengerelt áru **gyártása**, hogy ez **nevéből is kitűnik.**

Külön kell beszélnünk a vállalkozásba adott felújításokról, amelyeket általában erre a célra *profilírozott* vállalatok végeznek. — Külön kell beszélnünk **azokról** a vállalkozásba adott felújításokról, amelyeket az erre a **célra kijelölt** vállalatok végeznek.

Az ábrán a kemence keresztirányú függőleges síkjában látjuk az áramlási sebességeket a tuskóval berakott munkatér *esetén* az égőtől 2 m távolságra. — Az ábrán az áramlási sebességeket látjuk a tuskóval berakott **munkatérben,** az égőtől két méterre, a keresztirányú függőleges síkban. (A jobb sorrend és a felesleges szavak elhagyása a mondatot érthetőbbé teszi.)

Az elmondott elvet *alkalmazzák* a martinkemencék *tüzeléséhez.* — Az elmondott elvet **érvényesítik** a martinkemencék **tüzelésében.**

A gravitációs töltés csak akkor *alkalmazható,* ha a siló szájnyílása a vasúti kocsi űrszelvény felett 400 *mm magasan* van. — A vasúti kocsi gravitációs úton csak akkor **tölthető,** ha a siló szájnyílása a kocsi pereme felett legalább 400 *mm-re van.*

Azok a szállítókocsik, melyek az alumíniumoxid *ürítését* sűrített *levegővel* végzik, különleges nyomásálló **szállítótartályokat igényelnek.** — Azokon a kocsikon, amelyekből az alumíniumoxidot sűrített levegővel **ürítik,** különleges nyomásálló **szállítótartályok vannak.**

Hengerfelrakó ívhegesztő kísérletek ötvöző fedőporral

SZEGEDI VARGHA JÓZSEF okl. gépészmérnök (Vasip. Kut. Int.)
MÁRKUS GYULA okl. kohómérnök (Ózdi Kohászati Üzemek)

DK 621-222:621-792:621.795.75

A Vasipari Kutató Intézet 1958-ban az Ózdi Kohászati Üzemek kérésére kezdte el a hengerművi hengerek felrakóhegesztési kísérleteit azzal a célkitűzéssel, hogy az Aö72 minőségű öntöttacél hengerek élettartamát megnövelje. Később ez a célkitűzés bővült a CrMo-ötvözésű hengerek egyes típusainak helyettesítésére szolgáló acél alapú, nagy üregtartósságú hengerek előállításával.

A láng- vagy az indukciós edzéssel nyert kérgű hengerekkel, vagy a hengerfelület keménykrómozásával is az élettartamnövekedés egyszerűbb útját keresték. Az eddigi tapasztalat szerint hatásos kopásállóságnövekedés csak az egész tömegben ötvözött acélból öntött vagy kettős öntéssel ráöntött acélrétegű, valamint a jelenlegi adottságok között a hegesztéssel felrakott, ötvözött-acél munkafelületű hengerektől várható.

Az elhasznált hengerek felújítására, vagy eredeti méretükre való visszaállítására a legkézenfekvőbb megoldásnak a felrakóhegesztések közül elsősorban az automatikus fedettívű ívhegesztés ígérkezett.

A hengereket felújítani felrakó ívhegesztéssel, illetve a munkafelületen kopásálló réteget létesíteni többféle eljárással lehetséges. Ezek közül a legelterjedtebb az ötvözött acélhuzal elektródával, illetve a poralakú ötvözőkkel töltött, vasszalagból göngyölt csőelektródával való felrakás. Mindkét esetben a fedőpor semleges hatású. A varratképző anyag az ötvözött acélhuzal, illetve a csőben levő fémporral ötvöződő acélcsőanyag. A harmadik mód, a fémötvözőket is tartalmazó fedőpor alatt szénacél elektródával való felrakóhegesztés.

A Vasipari Kutató Intézet a feladat megoldásához az ötvöző fedőporos, fedett ívhegesztést választotta. Tudomásunk szerint ezt az eljárást csak néhány országban — Szovjetunió, Lengyelország — vizsgálták és ezért ehhez a felrakási eljáráshoz még igen sok részletfeladat kidolgozása szükséges, de a gazdaságosságot figyelembe véve a legtöbb eredmény tőle várható.

A hengerműben használt öntöttacél hengerek anyaga Aö72 jelű acél. Ezek munkafelületének kopásállóbb réteggel való feltöltése volt a kitűzött feladat.

A felrakóhegesztés kutatási feladata három problémakörre osztható:

1. A varratképzéshez használt fedőpor összetételének és az elektróda minőségének megállapítása.

2. A varratfelrakás módszerének megállapítása és a hozzá szükséges eszközök elkészítése.

3. Annak megállapítása, hogy milyen jellemzőjű varrat a legkopásállóbb.

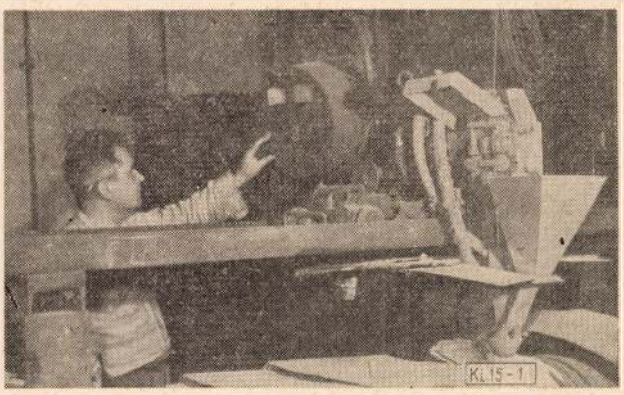
Az alapkísérleteket a Vasipari Kutató Intézetben végeztük, míg üzemszerűen az Ózdi Kohászati Üzemek Finomhengerművében próbáltuk ki, majd később már a felrakó kísérletek nagy részét is az Ózdi Kohászati Üzemek végezték.

A legkopásállóbb varrat összetételére és szövetére vonatkozóan nincs szilárd tapasztalati adat, mert a hengerkopás folyamata tudományosan nincs teljesen tisztázva. A hengerkopás okát általában termikus kifáradással magyarázzák. De ez nyilván eredője azoknak a többrétű, egyidőben lejátszódó hatásoknak, amit a gyors felületi felmelegedés-lehűlés, az oxidálódás, a felületi nyomás és a hengerek között alakított anyag mozgásából származó súrlódás okoz. A kopást okozó tényezők egyenkénti hatásának mértéke ismeretlen, a kopás nagyságát csak gyakorlati tapasztalatokból ismerjük.

A henger feltöltésére szolgáló varrathoz CrW ötvözésű acélt választottunk, mert e célra csak a nagy hőmérsékleten is kopásálló acélötvözetek alkalmasak. Ilyen — mint ismeretes — a wolrám- és króm-ötvözésű acél, mert komplex karbidjai nagy hőmérsékleten is állandók.

A melegalakító szerszámok anyaga is ez, ezekkel a Vasipari Kutató Intézet már kedvező tapasztalatokat szerzett a melegalakító szerszámok felrakására nagy tömegben használt EfWS2 típusú bevonat ötvözésű hegesztőpálca kidolgozása, illetve felhasználása alkalmával.

A hengerfelrakásra szolgáló kísérleti berendezést a Vasipari Kutató Intézetben levő szovjet gyártmányú ADSz 1000 típusú hálózati váltóárammal táplált, fedőpor alatt folyamatos hegesztésre alkalmas berendezés felhasználásával építettük meg *(1. ábra)*. A görgőkre támaszkodó henger



1. ábra. A hengerfelrakó ívhegesztő automata

fordulatszáma Ward—Leonard-rendszerű gépcsoporttal széles határok között változtatható. A hegesztőkocsi vonóorsóval mozgatva gördül a forgó henger felett elhelyezett hídon. Ez lehetővé teszi, hogy a varratot a henger palástjára csigavonalban, egymás mellett tetszőleges átlapolással felrakhassuk.

A hegesztőpor és az elektróda

A felrakáshoz szükséges hegesztő fedőporral szemben támasztott igényünk az volt, hogy kellő mennyiségben tartalmazza a kívánt ötvözőanyago-

kat, biztosítsa a varrat külső és belső hibától mentes kialakulását és a keletkezett salak lehűlés közben váljék le a varratról. A fenti célnak a legmegfelelőbb fedőport a Vasipari Kutató Intézetben — a szovjet irodalomra támaszkodva — dolgoztuk ki és az összetétel, valamint a szemcseméret előírásával átadtuk üzemszerű gyártásra a Csepeli Elektródagyárnak. A kikísérletezett kétféle minőségű fedőpor kémiai összetételét az *1. táblázat* tartalmazza. Legcélszerűbb, ha a por

1. táblázat

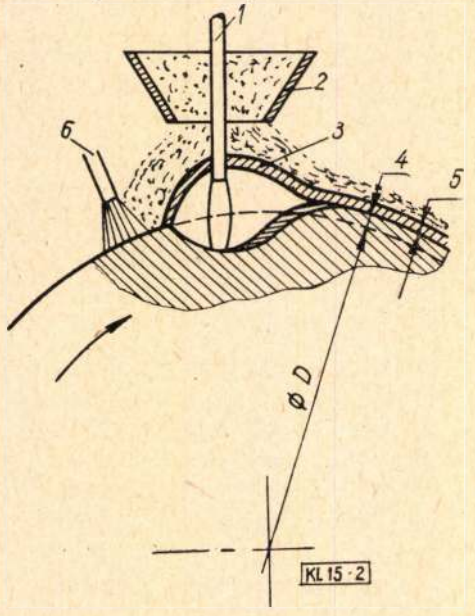
A fedőpor összetétele %-ban

	Jele	
	56/1	H6
Mészkő őrlemény (CaCO)	54,5	45
Titándioxid	15,—	8
Rutil	—	8
Ferrotitán (25%-os)	5,—	3
Ferromangán (affiné)	1,—	—
Ferrokróm karb. (C 7%, Cr 68%)	5,—	7
Ferroszilícium (75%-os)	2,—	2
Ferrowolfrám (W 75%)	10,5	16
Folypát (CaF_2 90%).....	7,—	7
Ferromolibdén (53,6% Mo)	—	2
Ferrovanádium (39,1% V)	—	2

szemcsenagysága 0,3—1,4 mm ∅-jű, mert tapasztalatunk szerint a finom por eltömi az olvadék felett levő boltozat (kaverna) nyílásait *(2. ábra)* és így a keletkező gázok nem tudnak eltávozni. Ha viszont a szemcse túl nagy, az olvasztótérben nem tud megfelelő nyomás kialakulni.

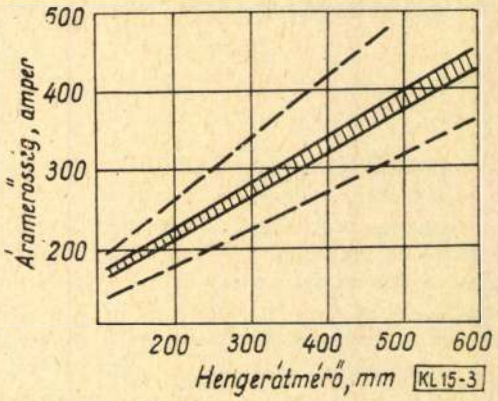
Kiindulási alapként a hegesztés jellemzőinek megállapítására a *3. ábrát* használtuk fel. Az elektródahuzal vastagságát 5 mm ∅-ben állapítottuk meg. A huzal zavartalan vezetése és továbbítása érdekében keményre húzott, törésmentes, fényes felületű acélhuzalt használtunk.

A múlt évben a Vasipari Kutató Intézet kísérleteit kiegészítette a porral töltött csőelekt-



2. ábra. A varrat keletkezése

1 elektróda, *2* portölcsér, *3* olvasztótérboltozat, *4* varrat, *5* salak, *6* porfogókefe



3. ábra. A hengerátmérő és a célszerű áramerősség összefüggése [1]

róda gyártásával és felrakásával. Ehhez megterveztünk és elkészíttettünk egy csőelektróda gyártó gépet. Az ez évben készített elektródák töltetének alkotóit úgy állapítottuk meg, hogy a velük képzett varrat összetétele megegyezzék a 0,4% C-tartalmú acélhuzal-elektródával 56/1 és H6 jelű fedőporok alatt felrakott varrat összetételével. A csőelektróda előnye, hogy használatával az ötvözők összetételét tág határok között lehet változtatni.

A csőelektródát 15 × 0,5 mm méretű 0,08% C-tartalmú (MSZ 4216—57) acélszalagból készítik. Húzás közben a csövet poralakú ötvöző anyaggal töltik és utána a húzott cső átmérőjét tömörítő húzással 3,7 mm-re csökkentik.

A csőelektródás varratot a Szovjetunióban kidolgozott és itthon is használt AN 38 jelű fedőporral és a Vasipari Kutató Intézet által összeállított semleges porral raktuk fel.

A hengerpalástfelrakás

Mind a henger alapanyaga, mind a varrat edzhető összetételű, ezért felmelegítés s utána szabad levegőn lehűlve beedződhet. A keletkezett martensites réteg maradandó alakváltozásra nem alkalmas, jóllehet a végtelen hosszúnak tekinthető rétegben háromirányú feszültség keletkezik. A feszültségek csak alakváltozással vezethetők le. A felrakott varrat berepedése, különösen pedig a varrat hosszában létrejött repedés a hengert felhasználásra alkalmatlanná teszi.

Ennek meggátlására a varrat lehűlési sebességét csökkenteni kell. Ezért hegesztés előtt a hengereket a varrat repedési veszélyének elkerülésére az anyag M_k határáig elő kell melegíteni.

A hengerek előmelegítésére és melegen tartására az első időkben infrasugárzó testeket használtunk. A hegesztés alatt ez hőntartásra nem volt alkalmas, mert a forgóhengerről lehulló por, az esetleg lecsurgott fémolvadék a fűtőtekercsen zárlatot, kiégést okozott. Ezért a hengereket gázlángú égőkkel melegítettük elő és hegesztés közben ezzel tartottuk melegen.

A forgó henger hőmérsékletét az EKM műszergyárban készített tapintóműszerrel mértük. A műszerek húrszerűen feszített tapintószalagjának közepe maga a hőelem, s erre van rákapcsolva egy

forgótekercses műszer, mely kb. 5% pontossággal mutatja a henger hőmérsékletét.

Felrakás előtt a henger felületén levő szennyeződést és a rozsdát kefével el kell távolítani, a durvábban korrodeált felületet, vagy berepedt réteget forgácsolással kell lemunkálni, mert — mint ismeretes — a rozsdás felületre rakott varrat porózus lesz, míg a hengerrepedések a felvitt varratban okoznak repedéseket.

A fenti módon előkészített fémtiszta felületű hengert a hegesztőgép görgős ágyába helyeztük és az alapanyag, illetve a feltöltő réteg összetételétől függően kb. 350—400 C°-ra előmelegítettük.

Hegesztés közben a henger az ív alatt levő fürdővel együtt forog. Az elfordulással a fürdő olyan lejtős helyzetbe kerül, hogy lefolyik, ha közben meg nem dermed. Az ív alatti olvadék lecsurgásának megakadályozására a hegesztőhuzalt a forgás irányával ellentétes irányba — meghatározott távolságban — helyezzük el. Az ömledék lecsurgása bármelyik irányban többnyire helyrehozhatatlanul elrontja a varratot. Ha az előmelegítés erős, a fürdő tovább marad folyékony állapotban és lecsurgását előre vagy hátra nehezebb megakadályozni (bizonyos átmérő alatt — kb. 100 — 150 mm — nem is lehet). Ez a körülmény egyébként korlátozza a körforgással, csigavonal-alakú varratképzéssel felrakható hengerátmérőt. Kis átmérőjű henger palástja alkotó irányú varratokkal rakható csak fel.

A hengert melegítés közben lemezburkolat zárja körül. Ezt a burkolatot védelemként műhelylevegő áramlásával szemben hegesztés közben is használjuk és csak az elektróda számára tesszük szabaddá a burkolat tetejét. A gázmelegítést — csökkent mértékben — felrakás alatt is meghagyjuk, mert az ívhegesztő energia nem elégséges a henger melegentartásához.

A felrakáshoz használt 5 mm Ø-jű elektródához megállapítottuk az áramerősség, a feszültség, a hegesztési sebesség és az előtolás, továbbá a fedőpor-adagoló tölcsérmagasság (*4. ábrán m*) és az elektródamozgatás (4. ábrán *e)* legkedvezőbb varratot kialakító értékeket, végül a különböző hengerátmérőhöz tartozó legalkalmasabb áramerősséget is.

Hegesztés közben a megolvadt fedőpor rátapad a varratra, de lehűlés során el kell válnia a varrattól. A leválás önmagától akkor valósulhat meg, ha a varrat (fém) és a salak (fémoxid) határfelületén egymásba átnövő, kohéziós kötést létrehozó kristályok nem keletkeznek. Ha a varrat felülete sima és a fedőport kísérletekkel helyesen állapítottuk meg, a salak eltérő hőtágulási együtthatója miatt leválik a varratról, de a hűlés közben végzett gyenge ütögetés elősegíti a leválást.

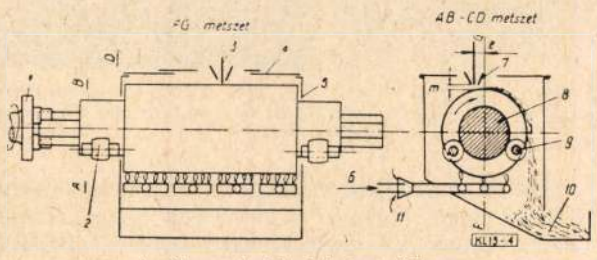
A kísérleteink során használt 56/1 jelű porral, jó jellemzők biztosításával felrakott varratról, a henger 180°-os elfordulása után a megolvadt és megszilárdult salak önmagától, saját súlya alatt is levált. Amikor a varrat felülete nem volt sima, akkor hegyes acélnyárssal végzett ütögetéssel távolítottuk el a salakot, miután a henger az elektródától 270°-kal elfordult. A varraton maradó salakrészek zárványossá tehetik a varratot.

Az időegység alatt felrakott varrat súlya az ívhőtartalom és a huzalátmérő függvénye. 5 mm átmérőjű acélelektródával és váltakozó áramú felrakással, 400 A erősségű hegesztőáram alatt 3,6 kg/óra, míg 600 A-en már 5,7 kg/óra elektróda olvadt le. A felrakáshoz felhasznált fedőpor és az elektródahuzal súlyának viszonya 1,33—1,42. A felhasznált por súlya a hengerre felöntött és a megolvadás nélkül visszanyert por különbsége.

A felrakás jellemzői és a varratminőség összefüggése

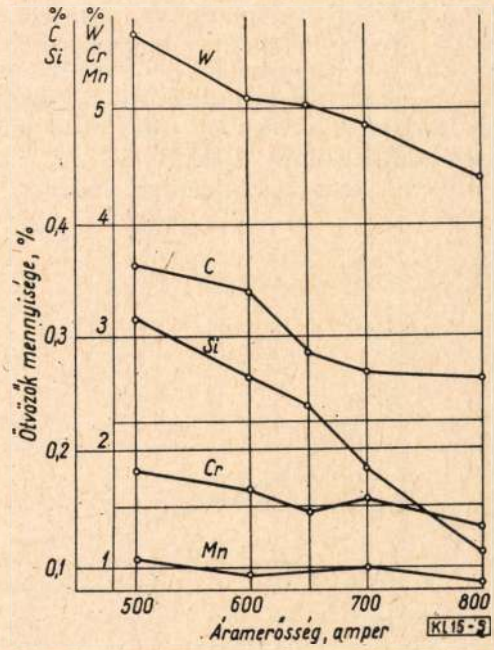
A felrakásra használt fedőpor alkotóinak az ionizálást elősegítő (stabilizáló), salakképző, folyósító, gázfejlesztő feladaton kívül legfontosabb szerepe a varrat ötvözésében van, melyet a fedőporban levő ferroötvözetek végeznek el. Ezek mennyisége és a varrat alapanyagát képező acélhuzal-elektróda minősége szabja meg a varratösszetételt. De az egyes ötvözők részesedését a varratban a hegesztési körülmények lényegesen megváltoztatják. Ezek közül legnagyobb hatást a hegesztőáramerősség és az ívfeszültség fejti ki.

Eddigi vizsgálatunk szerint a sík lapokra felrakott varratba került alkotók változását a hegesztési áramerősség függvényében az *5. ábra* mutatja.



4. ábra. A felrakógép vázlata

1 menetelőtárcsa, *2* görgő, *3* elektróda, *4* mozgatható fedőlemez, *5* bura, *6* gáz, *7* fedőpor-tölcsér, *8* henger, *9* görgő, *10* por + salak, *11* levegő



5. ábra. A hegesztőáramerősség és a varrat ötvözőinek összefüggése

Ebből látható, hogy növekvő áramerősséggel csökken a varratba jutott ötvözők mennyisége.

A hegesztőáram erősségének növekedésével az ív melegközpontja mélyebbre hatol az anyagba, az alapanyag beolvadása növekszik. Az ívben keletkező hőmennyiség az I hegesztőárammal, az U ívfeszültséggel a cos φ teljesítménytényezővel és az η meleghasznosítási tényezővel arányos:

$$Q = \eta \cdot 0{,}24\, U.\, I.\, \cos\varphi$$

A hőmennyiség megoszlása *(6. ábra)*:

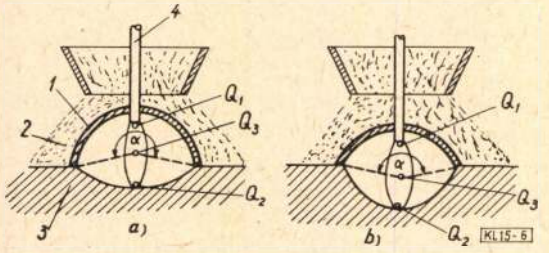
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$Q_1 = \frac{1}{4}\, Q$ az elektróda olvasztására fordított hőmennyiség.

$Q_2 = \frac{1}{4}\, Q$ az alapanyag olvasztására fordított hőmennyiség.

$Q_3 = \frac{1}{2}\, Q$ az ív központjába összevont elméleti hőmennyiség.

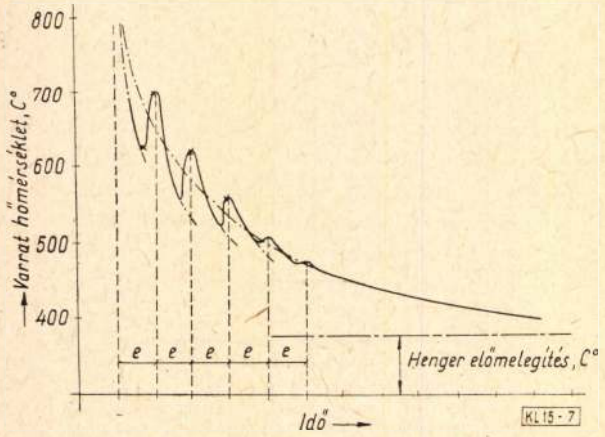
A melegközpont süllyedésével (6. ábra *b)* az α relatív térszög csökken, az elektróda és a fedőpor beolvadási hányada kisebb, tehát a varrat



6. ábra. A meleg megoszlása az ívben
1 sűrűn folyós fedőporhéj, *2* fedőpor, *3* alapanyag, *4* elektróda

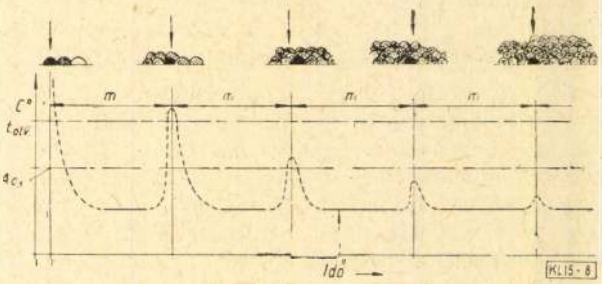
szegényebb lesz az ötvözőkben. Az ív közelében levő túlhevült részeken a Mn és a Si redukciója, a hideg helyeken pedig az oxidációja következik be. Ennek mértéke függ a fedőpor összetételétől.

A hegesztőív alatt keletkező ömledék megszilárdul a henger felületén és változó sebességgel lehűl. A henger egy fordulata után, amikor melléje kerül a következő varrat, a megszilárdult varrat egy része újból megömlik, a többi része pedig ismét az Ac_3 pont fölé melegszik fel. A következő varratok felrakása a régebbi varratokat mindig csökkenő hőmérsékletre melegíti fel *(7. ábra)*. Tehát a varrat erősen csillapodva, ingadozó hőmérsékletcsökkenéssel hűl le a henger előmelegítési hőmérsékletére.



7. ábra. A megszilárdult varrat lehűlési görbéje
e egy-egy varrat előtolása

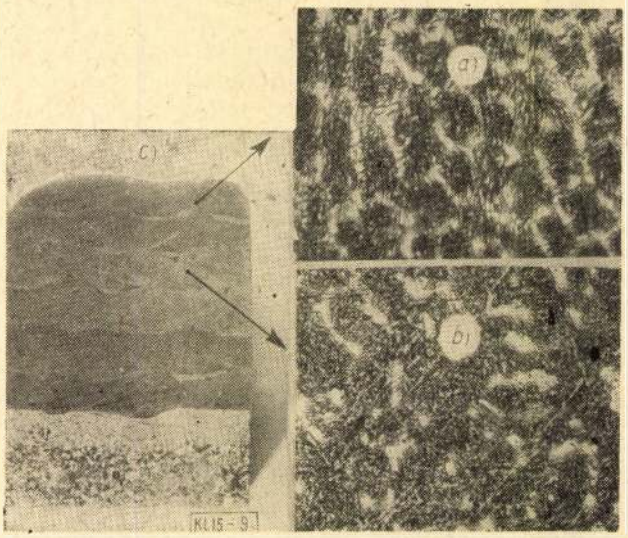
A varrat fölé rakott minden további varratréteg felrakása közben is hosszabb folyamat játszódik le. Az első réteg nagy részében az olvadáspont fölé melegíti az alatta levő varratréteget, a második réteg viszont ugyanazt már csak az Ac_3 pont fölé melegíti, azaz normalizálja *(8. ábra)*. Kivételt csak a felrakott varrat legfelső befejező rétege képez, mert erre már nem kerül újabb réteg, tehát nem ismétlődik meg a felmelegedés.



8. ábra. A henger közepén levő varrat hőmérsékletváltozása felrakás közben

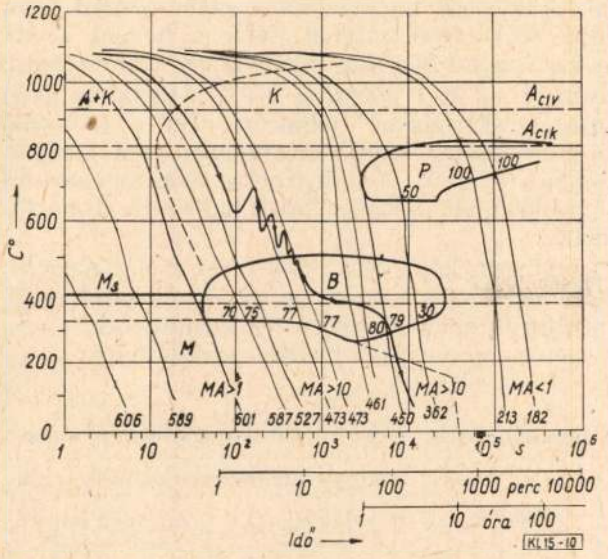
$m = \frac{l}{e} \cdot t$, ahol t az előtolás ideje (s), l a hengerhossz (mm), e a varrat előtolása (mm.), T a henger hőmérséklete (C°)

A mondott csökkentő hőmérsékletű megeresztés az egyik oka annak, hogy a gondosan kevert keramikus fedőporral felrakott felületen mért keménységek szórása 30—50 kp/mm² és szövetszerkezeti különbség is látható a hengervarrat csiszolatán. Az 56/1 jelű keramikus porral és 0,4% C-tartalmú acélelektródával felrakott varrat *(9. ábra)* széle öntött jellegű (9. ábra *a)* és a középső rész a hőhatások folytán megeresztett szövetszerkezetű (9. ábra *b)*.



9. ábra. Varrat képe. 3% alk. NHO_3 · 1 : 1 maratva
Varrat szövet *a* és *b* a mikroszkópi felvétel nagyítása 200-szoros, eredeti 300-szoros

Ha felhasználjuk a felrakott varratunk összetételéhez igen hasonló X30WCr53 jelű acélnak a Max Planck Vasipari Kutató Intézet (Düsseldorf) által felvett folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramját és ebbe berajzoljuk a felrakott, megszilárdult hegvarratnak —, melyet a

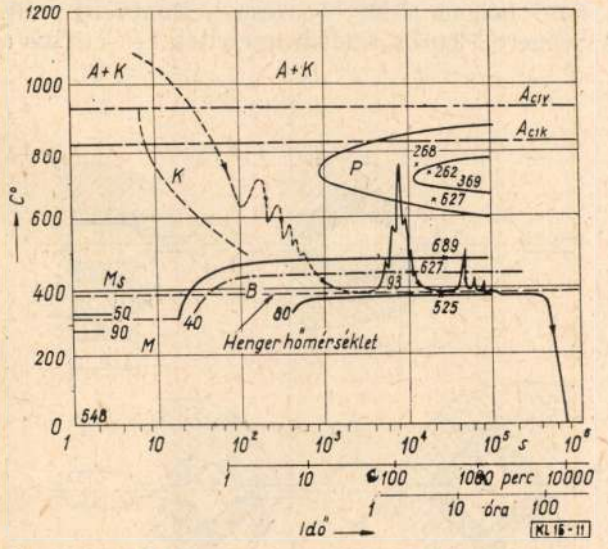


10. ábra. A henger hőmérsékletváltozása felrakás közben és a varrat szövetszerkezetének alakulása az idő függvényében

Folyamatos lehűlés, vegyi összetétel: C 0,28 %, Si 0,16 %, Mn 0,39 % P 0,02 %, S 0,006 %, Cr 2,35 %, Mo 0,06 %, Ni 0,06 %, V 0,53 %, W 4,70 %

egyszerűség kedvéért egyrétegű varratnak tekintünk — az előző meggondolásból fakadó változó sebességű lehűlési görbéjét *(10. ábra)*, látható, hogy a varratban az austenit 80%-a bainites szövetűvé alakul.

A felvitt varrat többrétegű és mivel a henger 400 C° alatti lehűlése izotermális jellegnek felel meg, amint a *11. ábra* is mutatja, az előmelegítés a bainites mezőig való lehűlést biztosítja és a további felmelegítés folytán a 80%-os bainites átalakulás tovább folytatódik. A 11. ábrán vázolt lehűlés után a varrat várhatólag a dermedéskor keletkezett primér karbidon kívül a 80%-os bainit mellett 2—3% maradék austenitből, 10—12% izotermális bainitből és 8—5% martenzitből tevődik össze. Esetleg még perlit is található benne.



11. ábra. A henger hőmérsékletváltozása és a varrat szerkezetének szövet alakulása az idő függvényében

Izotermális átalakulás, vegyi összetétel: C 0,28 %, Si 0,16 %, Mn 0,39 %, P 0,02 %, S 0,006 %, Cr 2,35 %, Mo 0,06 %, Ni 0,06 %, V 0,53 %, W 4,70 %

Az üzemek hengerforgácsoló műhelyében a $H = 450$ kp/mm²-nél keményebb hengereknek a szokásos keményfémlapkával való megmunkálása, az üregszelvény kialakítása már nehézkes. Kitűzött célunk pedig az, hogy a felrakás után lehetőleg ne váljék szükségessé a henger hőkezelése. Tehát a henger úgy kerüljön le a hengerfelrakópadról, hogy még a jó forgácsolhatóságot biztosító $H = 450$ kp/mm² keménységet ne lépje túl (habár a keményebb varratok nagyobb kopásállóságúak). A felrakott henger legfelső varratrétegén levő dudorok lüktető dinamikus forgácsolókésterhelést okoznak és ez még a szokásos negatív vágóélű késsel is óvatos forgácsolásra kényszerít. A késél kipattanási veszélyének csökkentésére a hengerre felrakott varrat felső rétegére még egy lágy varratréteget is rakhatunk, s ekkor a forgácsleválasztás már folyamatos, a késterhelés ugyan még enyhén lüktető, de már folyamatossá válik.

A hengerek varratait a már ismertetett 56/1 és H6 jelű keramikus fedőporral és különböző (0,4—0,7%) karbon-tartalmú acélelektródával raktuk fel. A keletkezett varrat összetétele az elektróda C-tartalma és a hegesztés kivitele szerint különböző volt.

A hegesztéssel felrakott hengerek kipróbálásakor a henger párjai a trióállványban az Aö72 jelű öntöttacél hengerek voltak. Így a két henger azonos üregén át kihengerelt acélmennyiség által okozott kopás mértéke közvetlen összehasonlítási alapul szolgálhatott. A teljesen azonos körülményeket csak a hűtővízráömlés eltérése és az alsó, illetve a középső henger között fennálló csekély kerületi sebességkülönbség módosította.

Az üregszelvény kopásának megállapítására először üregidomszereket és légrésmérőt használtunk, majd gipsz- vagy agyaglenyomatokat vettünk fel a kopott üregekről és ezekkel a szelvényt papírra lenyomtattuk és planimetrálással megállapítottuk a lekopott szelvény nagyságát.

Az üregkopás gyorsabb és pontosabb megállapítására egy a szelvény letapogatására és felrajzolására alkalmas készüléket szerkesztettünk és készítettünk. A készülék négy talpa Alnico mágnes és ez lehetővé teszi, hogy a készüléket bármely helyzetben a hengerhez kapcsolhassuk. A készülék tapogatótűjét a kikopott üregszelvény felületén végigvezetve, az írófej a készülékkar áttételének megfelelő nagyságú képet rajzol a papírra. Az eddigi vizsgálataink során 1 : 1-hez áttételi rajzot vettünk fel a kopott üregekről és a kopás mértékét az eredeti üreggel való összehasonlítás után planimetrálással állapítottuk meg.

Kísérleteink első idejében felhasználtuk a hengerművekben használatos azon mérőszámot, amely az adott hengerrel kihengerelt acélmennyiségnek és a hengerlés után szükségessé vált utánmunkáláskor keletkezett hengerátmérő csökkenésnek a hányadosából adódik. Azonban ez a t/mm kísérleti célra csak akkor volna használható, ha a több azonos alakú és méretű üreggel, a henger minden üregében azonos mennyiségű acélt hengereltek volna ki, mert a kopott henger utánmunkálásának mértékét (átmérőcsökkenését) a legjobban kikop-

tatott üreg szabja meg. Üzemek számára ez a mérőszám alkalmas mutató, de kísérleteinkhez nem volt célravezető.

A felrakott hengerüregek fajlagos kopásállóságának megállapításához a hengerrel legyártott acél súlyát és az üreg szelvénykopás hányadosát (t/mm²) használtuk fel. Ez a szám is csak azonos átmérőjű hengerek viselkedésének összehasonlítására alkalmas. A különböző átmérőjű hengerek kopásának összehasonlítása célszerűen az üregből kikopott egységnyi hengeracél mennyiségre eső kihengerelt acéllal végezhető, vagyis :

$$k = \frac{G}{DF}$$

G az üregben hengerelt acéltermék, t
D a hengerátmérő, mm
F az üreg szelvénykopása, mm²
k a lekopott hengeracélra eső kihengerelt acélmennyiség, t/mm³.

A felrakással javított hengerüregekre vonatkozó tapasztalatok

A gyártásban legkopásállóbbnak mutatkozott két hengerre vonatkozó hegesztési adatok és a felületükből kivágott darabok vizsgálati adatai a következők :

Hegesztőáram erőssége	550 A
Ív feszültség	23—27 V
Áram-nem	váltóáram
Hegesztés sebessége	20—23 m/ó
Henger előmelegítés	350—380 C°
Henger ∅	350 mm
Elektródahuzal :	
C-tartalma	0,8, illetve 0,5%
Átmérője	5 mm
Fedőpor jele	56/1 illetve H6
A felrakás előtolása	10 mm/ford.
Fedőpor magasság	25—27 mm
Elektróda hátratolás	15 mm
A felrakott varrat súlya kb.	4,8 kg/h
Hegesztőpor : elektródasúly	1,4

A felrakott varrat összetétele, %

	1. henger	2. henger
C	0,75	0,56
Cr	1,72	2,96
W	4,80	9,57
V		0,59
Mo		0,68
Si	0,38	0,52
Mn	0,85	0,86
Cu	0,28	0,28
P	0,02	0,02
S	0,01	0,01

A varrat keménysége HV, kp/mm²	400—420	420—460
Az üreg fajlagos kopása	6,4 t/mm²	9,3 t/mm²

Az *1.* henger varratának szövete : homogén sorbitos szövetszerkezetű, apró szétszórt karbidokkal.

A *2.* henger varratának szövete : homogén, tűs bainites szövetszerkezet finoman elosztott karbidszemcsékkel. Helyenként megeresztés kezdetén levő martensit.

Néhány üzemben levő henger üregének 1—1 gyártási szakasza közben adódott kopását lemértük, különösen ha a felrakás után vizsgált acélréteg szövetszerkezetéből ítélve a henger üzemi használata közben kiugró eredmény volt várható. Ilyen pl. az 56/1 porral és 0,7% C-tartalmú acélhuzal elektródával felrakott HV = 400—450 kp/mm² (átlag 430) varratkeménységű henger, melynek szövete : bainit-troostit és benne karbidképződésre alkalmas anyagok hálószerű csoportosulása.

Az üreg kopását az első 188 t acél hengerlése után mértük és ezt a vele együtt dolgozó Aö72 öntöttacél henger üregével hasonlítottuk össze. A mérés eredménye a *2. táblázatból* látható.

2. táblázat

A felrakott henger és az Aö72 öntöttacél-henger kopása

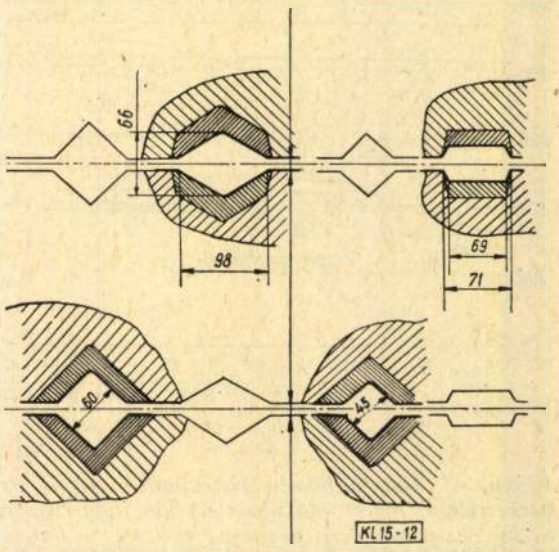
Üregalak	A kopás sugárirányu mélysége, mm	
	a felrakott henger	az Aö72 öntött acél henget
oválüreg	0,2	1,0
négyzetüreg	0,4	1,2
négyzetűreg	0,6	1,8

A kopás aránya az egyes üregekben különböző, de a hegesztéssel felrakott henger legkedvezőtlenebb kopása is csak $^1/_3$ része volt az Aö72 öntöttacél hengerének.

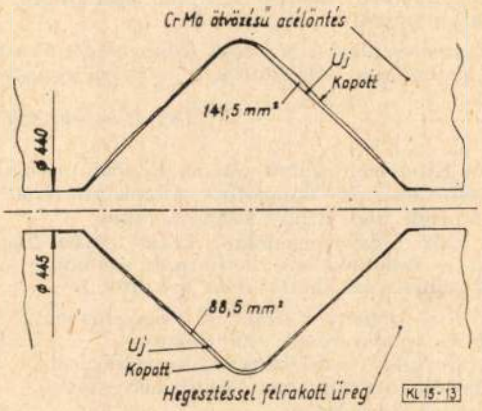
Ez az arányszám még nem végleges csak a még folyamatban levő kísérletek után lesz véglegesen rögzíthető.

Igen biztató képet mutat a csőelektródával felrakott kísérletünk is. A *12. ábra* szerinti középsori nyújtóhengerpár 45/45—50/50 sarokacél-előnyújtó *10f* jelű üregében legyártottak 2159 t acélt. Az üreget alkotó hengerpár közül az egyik CrMo-ötvözésű acélöntvény, a másik henger üregét csőelektródával a 12. ábrán vázolt módon varrattal béleltük. A felrakott üregszelvény kopása 20%-kal kisebb volt, mint a CrMo-öntöttacél hengeré.

Ugyanezen típusú hengerpár alsó hengerének *1* üregét *(13. ábra)* a fenti módon feltöltöttük, a felső henger CrMo-ötvözésű acélöntvény volt. A hengerrel 3467 t acélt hengereltek ki és utána a



12. ábra. Középsori nyújtóhengerek üregének felrakása



13. ábra. Üregfelületkopás

kikopott üreg körvonalát a fent említett készülékkel felrajzoltuk, majd összerajzoltuk az új üreg körvonalaival. A két körvonal közti területet planiméterrel lemérve a hengerüreg kopása azt mutatta, hogy a CrMo ötvözésű henger kopása 141,5 mm², a felrakott üreg kopása csak 88,5 mm² volt.

Kísérleteink eddigi eredményeit a Vasipari Kutató Intézetben felrakott és üzemi használatra az Ózdi Kohászati Üzemek Finomhengerművében beépített hengerek üzemi adatai tükrözik. Bár ezekben néha még ellentmondás van, de az kétségtelennek látszik, hogy az Aö72 öntött-acélhengerekhez képest az 56/1, illetve H6 jelű porral és a különböző C-tartalmú acélelektróda huzallal felrakott hengerek 100—250%-kal nagyobb élettartamúak. Viszont az üzemi adatokkal végzett gazdaságossági számítás azt mutatja, hogy a 300 mm átmérőjű finomsori hengerek felrakása már akkor gazdaságos, amikor a felrakott henger élettartama 55%-kal nagyobb, mint az Aö72 jelű öntött hengereké.

Ez az eredmény lényegesen javul, ha a hengert nem összefüggő palásttal töltjük fel, hanem csak az üreg falán végzünk felrakást (12. ábra). Ez abból áll, hogy a kikopott üreget forgácsolással kibővítjük és az üreg falát 8—12 mm vastag varrattal béleljük. Ekkor ugyanis az üreg alakjától és a henger átmérőjétől függően a henger súlyának csak 4—12%-át teszi ki a varrat súlya.

Az így felrakott hengerek nemcsak az Aö72 minőségű acélhengereknek, hanem hazánkban az utóbbi években kidolgozott és lényegesen kopásállóbb CrMo-ötvözésű öntött hengereknek is gazdaságosság vonatkozásában versenytársai.

Összefoglalás

Az eddigiekben kidolgoztuk az Aö72 öntött finomsori acélhengerek munkafelületének kopásállóbb ötvözött acél réteggel való felrakásához a szükséges ötvöző fedőport, az elektródát és a felrakás módját, továbbá megállapítottuk a felrakás legkedvezőbb feltételeit.

Megállapítottuk a varratképző anyagokban levő legfontosabb ötvözők és a varratban levő ötvözők mennyisége közötti összefüggést egyen- és váltóáramra, a leggyakoribb hegesztőáram erősségekre és ívfeszültségekre.

Kidolgoztuk a CrMo-hengerek egyes típusainak helyettesítésére szolgáló acélalapú hengerekre való felrakás módját, ami azonban még további üzemi adatokkal való alátámasztást kíván.

Kidolgoztuk a porral töltött vascső-elektróda gyártásának módját.

A gyártott elektróda felrakási jellemzőinek, továbbá a csőelektródába tett és varratban található alkotók között kialakuló összefüggés megállapítására további kísérletek szükségesek.

IRODALOM

[1] *Frumin, J. J.—Petricsenko, V. K.:* Avtomaticseszkaja naplavka sztalnük prokotnüh valkov. Metallurgizdat. 1956. 50—51. o.

[2] *Hrenov, K. K.—Kusnerev, D. M.:* Keramicseszkie fljuszü dlja avtomaticseszkoj szvarka i naplevki. Gosztehozdat. Kiev, 1961. 198—216. és 229—246. o.

Könyvismertetés

Horváth Aurél: **Kohászati fizikai kémia**, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964. 368. o. 48 ábra (megjelent 970 példányban). A könyv ára: 58,— Ft.

Horváth Aurélnak ez az újabban megjelent könyve az 1961-ben a Tankönyvkiadó által kiadott „Kohászati fizikai kémia" c. egyetemi tankönyv folytatásának, illetőleg kiegészítésének tekinthető. A szerző ugyanis ebben az új könyvben a Kohászati fizikai kémia c. könyvben bemutatott elméleti törvényszerűségeknek a kohászati gyakorlatban való alkalmazását mutatja be 257 példa segítségével. A könyvben a példákat a 61-es kiadású tankönyv fejezeteinek megfelelően csoportosította és nagyon szerencsés módon az egyes fejezetek elején röviden összefoglalja a példák használatához nélkülözhetetlen elméleti összefüggéseket. Ilyen módon az olvasók a két könyv együttes áttanulmányozása során nemcsak a fizikai-kémiának a kohászat számára legfontosabb törvényszerűségeiről tájékozódhatnak, hanem ezeknek a törvényszerűségeknek a kohászatban való használhatóságát is begyakorolhatják.

Az előzőeknek megfelelően a Kohászati fizikai-kémiai számítások c. könyv öt nagy fejezetre oszlik. Az első 21 oldal terjedelmű fejezetben az atom és az anyagi rendszerek szerkezetéről és törvényeiről van szó. Ennek a keretében tárgyalja a szerző az elektronra vonatkozó legfontosabb ismereteket, a kvantummechanikai alapokat, az atommagreakciók és a magenergia legfontosabb törvényszerűségeit. Ezek rövid ismertetése után 21 példa segítségével gyakorolhatók be ezek a legfontosabb törvényszerűségek. Áttanulmányozásuk után az olvasó 21 gyakorló feladat megoldásával ellenőrizheti a tárgykörre vonatkozó ismereteit.

A 40 oldal terjedelmű második fejezetben a halmazállapot formáinak törvényszerűségeiről van szó. Ennek keretében a szerző először a gáztörvényeket, azután a tiszta folyadékok és olvadékok törvényszerűségeit és a tiszta szilárd testek szerkezetével kapcsolatos tudnivalókat, végül az elegyek és oldatok törvényszerűségeit ismerteti. Az alkalmazhatóságukat 45 példa segítségével mutatja be. Az egyes részek végén gyakorló feladatokat találhatunk, éspedig az egész 2. fejezetben 52-t.

A harmadik fejezet 65 oldal terjedelemben a termodinamikával foglalkozik. Ennek keretében szó van a tiszta testek, az oldatok, a fizikai és kémiai folyamatok termodinamikai függvényeiről. A rövid elméleti össze-

foglalást 55 példa egészíti ki és ezekhez a példákhoz 55 gyakorló feladat csatlakozik.

Természetesen a könyv a termodinamikával nemcsak ebben a 65 oldalnyi terjedelemben foglalkozik, mert a további fejezetek is át meg át vannak szőve termodinamikai részekkel.

A 125 oldal terjedelmű negyedik fejezetben a kémiai és fizikai folyamatok egyensúlyáról van szó. Ez a rész az egyensúly fogalmának és az egyensúlyi állandónak az ismertetése után a homogén, a heterogén és a komplex gázegyensúlyokkal, azután az oldatok és olvadékok egyensúlyával foglalkozik. Ebben a fejezetben külön ki kell emelnem az oldat-alkotók aktivitásának a meghatározási módszereivel foglalkozó részt. Ezeknek ismerete a mélyebb kohászati vizsgálatokhoz mindinkább nélkülözhetetlen.

A fejezetben röviden összefoglalt elméleti megállapításokat 81 példa megoldásával gyakorolhatjuk be. A példák mellett ebben a fejezetben 57 gyakorló feladatot találunk.

Az ötödik fejezet 39 oldalterjedelmű és a fizikai és kémiai folyamatok sebességével foglalkozik. Ennek keretében a reakciókinetikai alapfogalmakról, a különböző rendűségű reakciók sebességi egyenleteiről, a reakciók rendűségének a meghatározásáról, a reakció sebességének a hőmérséklettel való változásáról, a homogén és heterogén reakciótípusok kinetikájának néhány jellegzetes esetéről és a diffúzióról van szó. Itt a rövid elméleti összefoglalásokat 27 példa világítja meg és 19 gyakorló feladat egészíti ki.

Mivel a kohászati folyamatokban az egyes reakciók sebessége nagy szerepet játszik, azért a reakciósebességet célszerű lett volna jóval nagyob terjedelemben tárgyalni. Például részletesebben kellett volna bemutatni az aktiválási energia és a diffúziós állandó meghatározásának a módjait.

A 35 oldal terjedelmű hatodik fejezet az elektrokémiát tárgyalja. Itt az elektrolitikus disszociációról, az elektrolitok kinetikai és egyensúlyi viszonyairól, a galvánelemekről és az elektrolízisről van szó. Ebben a részben 27 példát és 24 gyakorló feladatot találhatunk.

A könyvet 14 oldal terjedelemben azoknak a legfontosabb táblázatoknak a közlése zárja be, amelyek a példák kidolgozásához nélkülözhetetlenek.

A könyv megírásával a szerző hézagpótló és eredményes munkát végzett Ennek áttanulmányozásával az olvasó olyan fizikai-kémiai ismeretek birtokába juthat, amelyek ma már mindinkább nélkülözhetetlenek. Ezért üdvözöljük örömmel *Horváth Aurélnak* most megjelent könyvét.

Hiányosságként annyit tudok felhozni, hogy nem minden táblázatban és ábrában jelölte meg a forrást és az irodalmi felsorolásból sajnálatos módon több magyar nyelven megjelent, jól használható forrásmunkát kihagyott.

Elismerés illeti a *Műszaki Könyvkiadót* és a *Szegedi Nyomda Vállalat* dolgozóit a könyv ízléses, szép külsejéért.

Dr. Horváth Zoltán

Az Ejpovicei Bányászati és Rögösítőberendezések Kutatóintézetének válogatott dolgozatai. Kiadó Vállalat Mnisek pod Brody Csehszlovákia.

A 232 oldal terjedelmű kötet egyes dolgozatai nálunk is érdeklődésre tarthatnak számot s ezért a cikkek címeit az alantiakban soroljuk fel.

Mach, Jan—Rybár, Václav : A rennkemencék fűtési rendszerének tanulmánya ..... 33 old.
Novák, Jaroslav : Sziderites ércek magnetizáló, pörkölő forgókemence teljesítmény növelésének lehetőségei ..... 13 old.
Novák, Jaroslav : Forgókemencék teljes automatizálása ..... 12 old.
Kratochvíl, Karel : A mágnesező pörkölő vonal átépítése ..... 15 old.
Chvatík, Jiří : A Rákoš-i érclelőhely mágneses pörkölésének vizsgálata ..... 9 old.
Chvatík, Jiří : A Rákoš-i ércek dúsításának vizsgálata ..... 8 old.
Smrček, Karel—prof. Čejchan, Otto—Srb. Jaroslav : Zsugorított pelletek salakos és rekrisztallizációs kötései ..... 12 old.
Smrček, Karel—prof. Čejchan, Otto—Srb. Jaroslav : A zsugorított pelletek ásványi összetételének változatai ..... 11 old.
Smrček, Karel : A magnezit pelletek zsugorítása folyamán a kéntelenítés kinetikája 24 old.
Alexander, Pavel : Piritpörk pelletezése .... 12 old.
Dr. Doležil, Milan—Alexander, Pavel : Az SM-salak hasznosítása a kohóiparban és a mezőgazdaságban ..... 23 old.
Bulandr, Jiří—Dr. Doležil, Milan—Brožek, Miroslav : A nyersgrafitok flotálásos előkészítése ..... 20 old.
Bulandr, Jiří—Dr. Doležil, Milan—Cibulka, Jaroslav : Flotált baritkoncentrátumok feltárása nehézfolyadékok céljára. II. rész 13 old.
Bulandr, Jiří—Dr. Doležil, Milan : Flotált baritkoncentrátumok feltárása nehézfolyadékok céljára. III. rész ..... 8 old.
Čejchan, Otto : A Chvaletice-i ércelőfordulások összetételéhez megjegyzések ..... 16 old.
Vorlíček, Jan—Vydra, František : Ércekben a FeIII közvetlen meghatározása .... 4 old.

A könyv az érdeklődők részére az egyesületi könyvtárban rendelkezésre áll. *Á. F.*

Egyesületi hírek

Egyesületünk új tagjai:

VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Budapest (Központ)
Abonyi Gyula gépészmérnök, KGMTI
Benkő Miklós pénzügyi vezető, Csepeli Acélmű
Borsos Sándorné információs mérnök, KGM—MTPI
Borsodi Margit vegyész technikus, Vasipari Kutató Intézet
Bozó Lajos gépészmérnök, Csepeli Acélmű
Csepke János irányító tervező, KGMTI
Dolgos László kohómérnök, KGMTI
Farkas Béla gyártástervező, Csepeli Csőgyár
Farkas Ferenc gyártástervező, Csepeli Acélmű
Farkas László főelőadó, KGM
Farkas Lászlóné technikus, KOHÉRT
Fogarasi János főmérnök, Csepeli Acélmű
Hajdú János gyártóeszköz ellenőr, Csepeli Csőgyár
Halyag András főmechanikus, Csepeli Acélmű
Horkay Árpád gyártóeszközgazd. vezető, Csepeli Csőgyár
Ihász József műszaki irodavezető, Csepeli Acélmű
Kardos Endre vákuumkezelő, Csepeli Acélmű
Kállay Endre kohómérnök, Csepeli Acélmű
Kerekes Menyhért term. intézőség vezető, Csepeli Csőgyár
Kerst Wolfgang mérnök-technológus, Ganz-MÁVAG
Kiss Balázs szakmérnök, KGMTI
Kolosai Zoltánné osztályvezető, Vasipari Kutató Intézet
Krausz Illés tervező, KGMTI
Lányi István mérnök, Csepeli Csőgyár
Molnár György technológus, Gépipari Techn. Intézet
Mátis Pálné műsz. ügyintéző, Vasipari Kutató Intézet
Nagy Ágnes kohász-technikus, Csepeli Csőgyár
Oravecz László kohómérnök, Csepeli Csőgyár
Osztatni Mihály kohómérnök, KGMTI

Pálvölgyi János tudományos munkatárs, Vasipari Kutató Intézet
Pekár Lajos kohómérnök, Csepeli Acélmű
Prohászka Márton kalkulátor, Csepeli Csőgyár
Réthy Mária gépészmérnök, Vasipari Kutató Intézet
Sallai István technikus, Csepeli Kovácsolómű
Sárvári István műszaki ügyintéző, Vasipari Kutató Intézet
Spitkó Ernő főmérnök, Csepeli Csőgyár
Székely Géza üzemvezető h., Csepeli Acélmű
Szirmai János műszaki titkár, Csepeli Acélmű
Szőke Mihályné gépészmérnök, Gépipari Techn. Intézet
Takács Péter kohómérnök, Csepeli Kovácsolómű
Vámos Miklós üzemvezető, Csepeli Acélmű
Várhegyi György gépészmérnök, Csepeli Csőgyár
Vásárhelyi László technológus, Csepeli Acélmű
Dr. Viczenik Dénesné kohómérnök, Vasipari Kutató Intézet
Vlcsovszky Rezső üzemvezető h., Csepeli Csőgyár
Wágner Béla osztályvezető, Csepeli Acélmű
Zimonyi Gyula művezető, Vasipari Kutató Intézet

Dunaújvárosi Csoport
Mérő János labor. csoportvezető
Vajda Gizella laboráns
Dr. Veres Sándor csoportvezető
Miskolc-Diósgyőri Csoport
Badi József főművezető, Diósgyőri Gépgyár
Barkóczy János főmérnök, LKM
Borbély József osztályvezető, LKM
Matyi László kirend. vezető, KOHÉRT

Ózdi Csoport
Babus József csoportvezető
Csák László művezető
Czuczor Miklós előadó
Gödrich Zoltán technikus
Kormos István kohómérnök
Maczkó József technológus csoportvezető
Nagy Sándor technikus
Olman József kirend. vezető
Paulovits Gusztáv előadó
Sulyok István vill. mérnök
Szécsi Márton műszaki előadó
Vincze Endre csoportvezető

Salgótarjáni Csoport
Antal Gyula igazgató
Bányik Mihály technikus
Budai László technikus
Halász Árpád technikus
Novák István főkönyvelő
Tóth Pál technikus

Egyetemi Csoport
Bakó Károly egyetemi hallgató
Göbölyös Károly egyetemi hallgató
Józsa Imre egyetemi hallgató
Olajos Károly egyetemi hallgató
Perjés László egyetemi hallgató
Román István egyetemi hallgató

Jyné

Pályázati felhívás

Az Ózdi Kohászati Üzemek nyilvános pályázatot hirdet az ózdi nagyolvasztók kokszellátásával kapcsolatos rakodási, belső szállítási és tárolási problémák megoldására.

A pályázat tárgya :

Operatív koksztároló elhelyezése és innen a kohók adagolását szolgáló elegytéri bunkerekbe való koksz-szállítás műszaki megoldása.

A Nagyolvasztómű elegyterének korszerűsítése során létesülő új bunker a területi adottságok folytán viszonylag kis befogadó képességű. A kohók anyaggal való ellátása, illetve a bunkersor vasúti kiszolgálása a jelenlegi tárolási és rakodási viszonyaink mellett csak önürítős kocsikból álló, menetrendszerű fordavonatokkal lehetséges. Ez a megoldás az alábbiak miatt gazdaságtalan és nem nyújt a kohóüzem szempontjából megnyugtató biztonságot :

a) A későbbiekben is normál (nem önürítős) kocsikban érkező koksz teljes mennyiségét önürítős kocsikba kell átrakni.

b) Az átrakást jelenleg Center térségében baggerekkel végzik, kedvezőtlen rakodási feltételek között. A beérkező kokszot átrakás céljából Ózd-külső pályaudvarról vissza kell szállítani a centeri alapanyagtárolóra, ami a vontatási távolságot 6 km-rel növeli.

c) Vasúti üzemzavar során a kohók kokszellátása nem biztosított, mert az új bunker koksztáskáiba mindössze 8 órai szükségletne megfelelők mennyiség helyezhető el.

Fenti hiányosságok megszüntetése érdekében megfelelően gépesített operatív koksztároló létesítése szükséges.

A KGMTI a nagyolvasztók kokszellátásának 1400—32/II. számú tanulmánytervében a koksztároló helyéül

1. a Center és Ózd-külső állomások közötti területet, illetve
2. a kohói elegyteret

jelöli meg.

Az operatív tárolónak Center térségében való kialakítása után a koksznak az elegytéri bunkerekbe való szállítása, a KGMTI javaslata szerint, drótkötélpályán folyna. Ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy a koksznak az anyagáramlás irányával ellentétes értelmű visszaszállítása Center térségébe meg-

marad és a kiürült kocsikat újbóli megrakás céljából a gyárba ismét be kell vontatni. Emellett a koksz átrakása növeli a porlódást.

Forgalmi szempontból és az átrakás elkerülése céljából kedvezőnek mondható az operatív koksztárolónak az elegytéren való kialakítása. Itt a KGMTI megállapítása szerint maximálisan 27 napi szükségletet fedező kokszkészlet elhelyezésére van meg a lehetőség. Nincs azonban megnyugtató módon megoldva a koksznak a tárolótérről az elegytéri bunkersor 8 db., összesen 1760 m³-es táskájába való szállítása.

Olyan műszaki megoldás dolgozandó ki, amely a nem önürítős kocsikban érkező koksz gépesített kirakását az operatív tárolóra, majd onnan az elegytéri bunkerbe való szállítását minél kisebb beruházási költség felhasználásával, minél gazdaságosabban biztosítja.

A napi kokszlerakás maximális mennyiségét 4000 t-val kell számításba venni.

A operatív koksztároló úgy alakítandó ki, hogy abban 10—20 napos koksz-szükséglet (18 000—36 000 t koksz) legyen elhelyezhető, oly módon, hogy az ingadozó nagyságrendben beérkező, 4 különböző minőségű koksz egymásból elkülöníthető legyen.

Az operatív koksztároló befogadó képessége a fenti határok között csökkenthető a magas bunkerbe vívő szállítóberendezés kialakításának javára. Az átszállító berendezés műszakilag és gazasági szempontból legkedvezőbb megoldását a tárolható mennyiség rovására még az esetben is előtérbe kell helyezni, ha emiatt Center térségében a jelenlegi tárolóteret a biztonsági kokszkészlet elhelyezésére fenn kell tartani.

A koksznak az operatív koksztárolóból a kohók adagolása során el nem kerülhető magas bunker 8 db, összesen 1700 m³-es koksztáskájába való juttatására olyan megbízható szállítóberendezés alakítandó ki, amely a kohók szükségletének megfelelő ütemben lehetővé teszi a 4 különböző minőségű koksznak a 6 bunkertáska bármelyikébe történő eljuttatását. Lehetőséget kell biztosítani arra, hogy a 6 bunkertáskába a megfelelő minőségű kokszot egyidejűleg is el lehessen juttatni.

A kohók napi átlagos kokszfogyasztása 1800 t. A szállítóberendezés 2100 t csúcsfogyasztásra méretezendő, napi 20 órás szállítási idő figyelembevételével.

A javaslat oly mélységben dolgozandó ki, hogy a kiviteli tervek elkészítéséhez kellő alapot nyújtson, továbbá a megoldás gazdaságos és célszerű volta bizonyított legyen.

A pályázat tárgyát képező feladat kidolgozásához szükséges műszaki és egyéb vonatkozású adatokat, illetve tájékoztatást az Ózdi Kohászati Üzemek Műszaki Fejlesztési Főosztálya írásbeli vagy személyes kérésre készségesen ad.

A pályázat az Ózdi Kohászati Üzemek Műszaki Fejlesztési Főosztályához nyújtandó be, 1964. december 31-ig.

A pályázat jeligés.

A pályázatokat az illetékes műszaki, szállítási és tervező szakemberekből kialakított bizottság fogja elbírálni.

Az elfogadásra kerülő pályázatok díjazására az alábbi összegeket tűzzük ki:

I. díj	8000 Ft
II. díj	5000 Ft
III. díj	3000 Ft

A fenti díjak kifizetése feljogosítja az Ózdi Kohászati Üzemeket, illetve a kiviteli terveket készítő tervező intézetet a pályázatban megadott műszaki megoldások felhasználására.

A pályázatot meghirdető Ózdi Kohászati Üzemek fenntartja magának azt a jogot is, hogy az elfogadásra nem kerülő pályázatokban közölt részmegoldásokat díjazás nélkül felhasználhassa, ha ezek szabadalom tárgyát nem képezik.

Ózdi Kohászati Üzemek

Helytelen—**helyes**

Az önjáró hajók fenekét közép felé *lejtősnek képezik ki* és *aerációs fenékkel látják el.* — Az önjáró hajók *feneke* a közép felé **lejt,** és önürítő **szerkezete van.**

Az ömlesztett szállítás a zsákos szállításhoz viszonyítva *megtakarítást eredményez.* — Az ömlesztett szállítás a zsákoshoz képest **megtakarítással jár.**

A direkt redukciónál a CO olyan szerepet *játszik, mintha oxigénközvetítő lenne,* azaz elvonja az oxigént az ércből. — A direkt redukcióban a CO az **oxigénközvetítő szerepét tölti be,** azaz elvonja az oxigént az ércből.

A hideg földgáz befúvásának hatása *attól függ,* hogy milyen *mennyiségben fújjuk be azokat.* — A hideg földgáz befúvásának hatása a **befúvott mennyiségtől függ.**

A korom elgázosodik szénmonoxidig sztöchiometrikus mennyiségű levegő *adagolása mellett.* — A korom szénmonoxidig gázosodik el, ha sztöchiometrikus mennyiségű levegőt **adagolnak.**

A beállítás természetesen nemcsak a *konkréten definiált paraméterekre* terjed ki. — A beállítás nemcsak a **ténylegesen meghatározott jellemzőkre** terjed ki.

A kialakult *hengerlési tételsúlyok alacsony értéke* miatt a kieső % is kicsi. — A **hengerlendő tételek kis súlya** miatt a kieső % is kicsi.

Ez nyilvánvalóan téves *eredményre mutat,* hiszen köztudomású, hogy lágy *anyagnál* nagyobb, kemény *anyagnál* kisebb húzószögű gyűrűvel az alakítási viszonyok kedvezőbbé tehetők. — Ez nyilvánvalóan téves, hiszen köztudomású, hogy az alakítási viszonyok lágy **anyagra** nagyobb, keményre kisebb húzószögű gyűrűvel kedvezőbbé tehetők.

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 11. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Л. Чизмадия—Др. И. Хусар—Л. Молнар—Ш. Надь: **Испытание стеллажей прокатного стана на прочность** ..... С 497

При расчете тяжелых стеллажей прокатного стана вычисленные методом Грюнера величины напряжения обладают только приближенной точностью. Для контроля и исправления вычисленных величин весьма подходящим является оптическое испытание напряжения, выполненное по моделям стеллажа. Испытание одной 400 тонновой и другой 650 тонновой моделей стеллажа прокатного стана показало, что величины напряжения, измеренные оптическим методом по переходным местам стеллажей, т.е. при вырезах и врезах, сильно отклоняются от вычисленных значений. На основе оптического испытания напряжения можно было осуществить на некоторых местах стеллажей усиления, а на других местах — сокращения материала.

А. Штремпль: **Теопетические и практические отношения образования профиля валов пильгерстана** ..... С 504

Отдельные участки профиля валов пильгерстана. Задание профильных участков, теоретические основы их оформления. Критическое описание теорий строения профиля Емеляенко, дэ Граля Лобкноица, Целикова и Ирошникова, Грюнера и Тетерина. Наиболее благоприятное оформление подшипниковых наконечников вала, служащих для передачи момента вращения, учитывающих износ зубцев.

Киш, Т.: **Реостатные материалы** ..... С 510

Свойства и возможность измерения этих свойств во всём мире распространённых сплавах для металлических прецизионных и нормальных сопротивлений, для сопротивлений смещения и регулирования и для реостата накала. Влияние легирующих элементов на свойства реостатных материалов. Сплавы на основе меди, железа, никеля исследованы в чепельской исследовательской лаборатории и находятся в стадии эксплоатационного испытания.

Т-нэ Холло: **Роль прочности кокса в процессах горения доменной печи** ..... С 514

Изменение пористости доменного кокса влияет только в незначительной мере на величину удельной поверхности пор; соотношение между ними является весьма слабым. Микроскопическим испытанием процесса горения доказывается, что поверхность излома кокса при окислении показывает более высокую активность, чем исходная поверхность пор. Это в то же время подтверждает опытное установление, заключающееся в том, что между прочностью доменного кокса и его реакционноспособностью существует обратная пропорциональная зависимость.

И. Покош: **Новый метод прокатания тонкостержневых экономичных Г-сечений** ..... С 519

При традициональном прокатании тонкостержневых сечений в конце стержней образуется облой. Описанный новый способ прокатания и вычисления исключает возможност такого дефекта.

Й. Хорват—Й. Халас: **Заграничные и отечественные результаты, достиженные продувкой углеводородов в доменные печи** ..... С 526

Описание результатов, опубликованных в литературе. Описание испытаний, выполненных в отечественных доменных печях, а также полученных при этом удельных данных.

Бикич, З.: **Исследовательная база горючего Исследовательского Института Топочной Техники КГМ (Министерство Металлургии и Машиностроения)** ..... С 532

Построен новый завод для технического исследования горелок промышленного размера для нефти и промышленного газа. Характеристика технического оборудования завода. Во время горячих-холодных исследований сравнивают между собой горелки и развивают их дальше, горелки имеют обычный промышленный размер.

Такач, Л.: **Математическое исследование зависимости между производительностью оборудований ковки и прессования и весом продуктов** С 535

Для оценки производительности заводов ковки и прессования можно применять методы операционного исследования с помощью которых выявляются новые, до сих пор неизвестные зависимости.

Пёце, Л.: **Новые направления химического анализа в металлургии. II. Исследование основного материала и шлаков** ..... С 539

Новые автоматизированные инструментальные методы анализа шлаков и основного материала в металлургии. Определение основности шлаков на основе измерения проводимости суспензии шлака, то есть методом термохимии. Определение содержания золы угля и кокса с помощью рентгеновского излучения и применения радиоактивных изотопов. Измерение содержания металла в рудах методом обратного Рассеяния Измерение влагосодержания методом термозонда и нейтронного торможения.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Венгрия.

INHALT

Csizmadia, L.—Huszár, I. Dr.—Molnár, L.: **Festigkeitsuntersuchung von Walzenständern** S 497

Bei der Bemessung von schweren Walzenständern ergeben die nach der Methode Grüner erhaltenen Spannungswerte nur eine annähernde Genauigkeit. Zur Kontrolle und Korrektion der errechneten Werte ist die an Modellen durchgeführte optische Spannungsuntersuchung sehr geeignet. Die Prüfungsergebnisse der Modelle von einem 400 t und einem 650 t schweren Ständer zeigten, dass an den Übergangsstellen, an den Aushöhlungen und Einschnitten der Ständer die optisch festgestellten Spannungen von den errechneten ziemlich abweichen. An Hand der optischen Spannungsprüfung konnten manche Stellen der Ständer verstärkt werden, an anderen Stellen dagegen konnte eine Werkstoffeinsparung durchgeführt werden.

Strömpl A.: **Die theoretischen und praktischen Beziehungen der Profilausbildung von Pilgerwalzen** ..... S 504

Die Profilabschnitte der Pilgerwalze. Zweck der Profilabschnitte und die theoretische Begründung ihrer Entstehung. Beschreibung und Kritik der Profilkonstruktions-Methoden von Jelemnyajenko, de Grahl, Lobkowitz, Celikov und Irosnyikov, Grüner und Tetyerin. Die den Zahnverschleiss berücksichtigende, günstigste Ausbildung der das Drehmoment übertragenden Walzenzapfenenden.

Kiss T.: **Widerstandswerkstoffe** ..... S 510

Die in der ganzen Welt entwickelten Legierungstypen der metallischen Präzisions- und Normalwiderstände, der Vorschalt-, Regulier- und Heizwiderstände, deren Eigenschaften und die dazu geeigneten Messmethoden. Einfluss der anderen Legierungselemente auf die Eigenschaften der Widerstandswerkstoffe. Die Legierungen auf Kupfer-, Eisen- und Nickelbasis werden im Forschungslaboratorium Csepel entwickelt und zurzeit in Betriebsversuchen geprüft.

Frau Hollò, T.: **Die Rolle der Koksfestigkeit in den Brennvorgängen des Hochofens** ..... S 514

Die spez. Porenfläche wird durch die Porositätsänderung des Kokses nur wenig beeinflusst. Zwischen ihnen besteht nur ein loser Zusammenhang. Durch mikroskopische Untersuchung des Brennvorganges wird bestätigt, dass die Bruchfläche des Kokses eine grössere Aktivität vorzeigt, als die ursprüngliche Porenfläche. Damit kann auch die praktische Erfahrung bestätigt werden, dass zwischen Festigkeit und Reaktionsfähtigkeit des Kokses ein umgekehrtes Verhältnis besteht.

Pókos, I.: **Ein neues Verfahren zur Kalibrierung von dünnschenkeligen Winkelstählen** ..... S 519

Bei der herkömmlichen Kalibrierung von Winkelstählen bildet sich an den Schenkelenden meistens ein Grat. Die beschriebene Kalibrierung beseitigt diesen Fehler.

Horváth, J.—Halász, J.: **Einheimische und ausländische Betriebsergebnisse mit dem Einblasen von Kohlenwasserstoffen in den Hochofen** S 526

Die in der Fachliteratur geschilderten Ergebnisse. Die in den ungarischen Hochöfen ausgeführten Versuche und ihre Ergebnisse.

Bikics, Z.: **Brennerprüfstelle des Feuerungstechnischen Forschungsinstitutes des Ministeriums für Hütten- und Maschinenwesen** ..... S 532

Die Prüfstelle wurde für die Untersuchung der Gas- und Ölbrenner — von $0{,}05 \cdot 10^6$ bis $15 \cdot 10^6$ kcal/h — errichtet. Die technischen Einrichtungen, die Mess- und Regelapparate der Prüfstelle. Die Brenner werden in Originalgrössen in Warm- und Kaltversuchen geprüft und auf Grund der Prüfergebnisse auch weiterentwickelt.

Takáts, L.: **Mathematische Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Kapazität und Werkstückgewicht bei den Schmiede- und Presseeinrichtungen** ..... S 535

Zur Bewertung der Produktion von Schmiede- und Pressbetrieben können die Methoden der Prozessforschung, bzw. Operationsrechnung angewendet werden, mit ihnen können auch weniger bekannte Zusammenhänge aufgedeckt werden.

Pőcze, L.: **Neue Wege der chemischen Werkstoffprüfung in Hüttenwerken. II. Untersuchung der Grundstoffe und Schlacken** ..... S 539

Neue instrumentelle und automatisierte chemische Bestimmungsmethoden für die hüttentechnischen Grundstoffe und Schlacken. Bestimmung der Basizität von Schlacken durch Messen der Leitfähigkeit der Schlackensuspension, bzw. durch thermomechanische Verfahren. Bestimmung des Aschegehaltes von Kohle und Koks mit Röntgenstrahlung und radioaktiven Isotopen. Bestimmung des Metallgehaltes von Erzen durch ein radiochemisches Verfahren. Feuchtigkeitsbestimmung mit Wärmesonden und Neutronenbremsung.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Csizmadia L.—Huszár J.—Molnár L.—Nagy S.: **Strength testing of roll stands** ..... P 497

In the dimensioning of heavy roll stands the stress values calculated by the Grüner method are only approximately accurate. The optical stress analysis performed on models of the roll stands is very useful for control and correction of the calculated values. Such an investigation of the models of a 400 ton and a 650 ton stand has shown the fact that the calculated stresses in the roll stand at points of cross-sectional change, at notches and cuts are very dissimilar from those measured by the optical method. Based on the optical stress analysis some parts of the stands were strengthened, in others material reductions were effected.

Strömpl A.: **Theoretical and practical problems of evolving the profile of pilger rolls** ..... P 504

Sections of pilger roll profiles. Purpose of each section, theoretical bases of their development. Dexcription resp. evaluation of the theories of profile construction of Jemelnjajenko, de Grahl, Lobkowitz, Celikov and Irosnjikov, Grüner and Tetjerin. Optimal development of the torque-transmitting roll bearing ends with regard to tooth wear.

Kiss T.: **Resistance materials** ..... P 510

Types of alloys for metallic precision and normal resistors, series resistors, rheostats and resistance heating elements developed the world over, their properties and the methods of measuring them. Influence of further alloying elements on the properties of resistance materials. The copper-, iron- and nickel-base alloys are being developed in the Csepel Research Laboratory and are at present subjected to plant testing.

Mrs. Holló T.: **Role of coke strength in the combustion process of the blast furnace** ..... P 514

The variation of porosity in metallurgical coke has hardly any influence on the specific surface value. The regression coefficient of this relationship is very small. Microscopic investigation of the combustion process reveals the fact that the fracture surface of the coke exhibits a higher activity during oxidation than the original pore surface. This furnishes experimental proof of the empirically established inverse relationship between the strength and reactivity of metallurgical coke.

Pókos, I.: **A new method for the economical grooving of light angle sections** ..... P 519

In the grooving of light angle sections a flash is usually developed at the edges of the shanks. The method of grooving and calculation presented here is designed to avoid this source of error.

Horváth J.—Halász J.: **Results of the injection of hydrocarbons into the blast furnace at home and abroad** ..... P 526

Presentation of literature data. Experiments performed in Hungarian blast furnaces and the specific data obtained.

Bikics Z.: **Burner Research Station of the Combustion Research Institute of the Ministry of Metallurgy and Engineering** ..... P 532

A pilot plant has been constructed for the investigation of combustion in industrial size gas and oil burners with capacities of 50 000—15 million kcal/h. Description of the technical equipment, instruments and control apparatus of the plant. The burners are compared resp. developed by hot and cold tests performed with original size prototypes.

Takács L.: **Mathematical investigation of the relationship between production capacity of forge and press equipment and the weight of the finished pieces** ..... P 535

The evaluation of the production of forge and press shops can be accomplished by the methods of operational research which may be used to uncover some little known relationships.

Pőcze L.: **New methods of chemical testing in metallurgy. II. Investigation of base materials and slags** ..... P 539

New instrumented analytical methods for slags and metallurgical base materials which are suitable for automatization. Determining the basicity of slags by measuring the conductivity of the suspension resp. by a thermochemical method. Determining the ash content of coal and coke by X-ray methods and radioactive isotopes. Measuring the metal content of ores by back-scatter methods. Moisture determination by the heat probe method and the neutron captivation method.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroad should be sent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technikal Review of the Metallurgical Industrie) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20, Denmark
Akateeminen Kirjakaupra Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Skets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergraht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lapec Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanda Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovensko Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

97. évfolyam **11. szám** 1964. november

Hengerállványok szilárdságvizsgálata*

CSIZMADIA LAJOS tanársegéd, dr. HUSZÁR ISTVÁN docens, MOLNÁR LÁSZLÓ adjunktus, NAGY SÁNDOR tanársegéd

DK 621—216—222 : 620.171.5

A méretezés jelenlegi helyzete

A hengerállványok szilárdsági méretezését nem tekinthetjük lezártnak. Mint ismeretes, első közelítéssel az állvány alsó és felső tartóját két végén megfogott rúdnak lehet tekinteni és hajlításra méretezni, ugyanakkor a két oszlopot pedig húzásra számolni. Jobb közelítést nyerünk akkor, ha a hengerállványt zárt keretszerkezetként fogjuk fel és a szilárdságtan megfelelő módszereivel (munkatételek felhasználásával) határozzuk meg az erőjátékot, illetve a mértékadó feszültségeket [1]. Ilyenkor azonban nem tudjuk figyelembe venni a tagolt kialakításnak éppen a legkritikusabb helyein, az átmenetek, a furatok mellett, a bemetszéseknél fellépő feszültségcsúcsokat. Valamelyest segít ezen a Grüner-eljárás, amely lényegében egyezik a zárt keretekre érvényes előbb említett számítási módszerrel, de a sarkokra bizonyos korrekciós tényezőkkel számításba veszi az ott jelentkező feszültségcsúcsokat is [2]. A műszaki gyakorlatban éppen ezért ma ezt az eljárást használják. A módszerben rejlő bizonytalanságokat azzal hidalják át, hogy a tapasztalatok alapján méretezéskor aránylag kis feszültségeket engednek meg.

Az előbbiekből kiderül, hogy a szilárdsági méretezés csak közelítésnek számít. Egy további nehézségre is felhívjuk a figyelmet, éspedig arra, hogy a valóságban fellépő erőhatásokat sem ismerjük megbízhatóan. Ezeket csak becsülni lehet, különösen a dinamikus terhelést. Még jobban megnehezíti a tervező mérnök munkáját sokszor az, hogy mindössze 1 db készül a szerkezetből. Mivel a berendezés költsége tetemes, szerepe a termelésben jelentős, a szerkesztő munkájával szemben támasztott igény igen nagy.

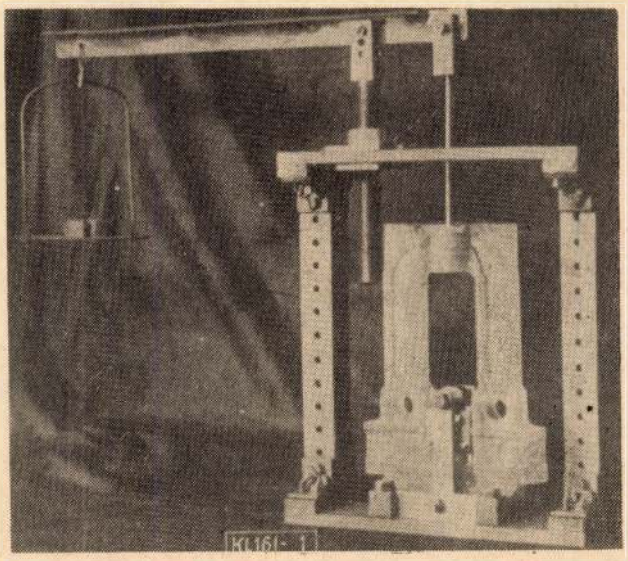
Az igénybevételi adatok megközelítése

A kérdés megoldása felé vezető utat nyilván a méretezési eljárás tökéletesítése jelöli ki. Arra természetesen, hogy a szilárdságtan alapegyenleteinek megfelelő szigorú megoldást megadjuk, éppen a hengerállvány bonyolult geometriája miatt nem lehet vállalkozni, legfeljebb az eddiginél jobb közelítés kidolgozását tűzhetjük ki célul. Ezt elősegíti — egyben a tervező feladatát igen megkönnyíti — a méréstechnika.

A tervezett berendezésnek célszerűen a modelljét készítjük el, esetleg néhány alternatívában. A modelleken végzett feszültségmérések alapján lehet szükség szerinti módosításokkal az optimális szerkezetet végleges formában kialakítani. Ez a szempont vezette a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodáit akkor, amikor a Lenin Kohászati Művekben felállításra kerülő 650 tonnás hengerállvány készülő tervei alapján modellvizsgálat elvégzését kezdeményezte.

A feladatot optikai feszültségvizsgálattal két részben hajtottuk végre. Először egy meglevő, hosszabb ideje kifogástalanul működő hengerállvány modelljén (400 t-s) végzett mérésekkel hasonlítottuk össze az állványra vonatkozó számításokat, majd pedig a főfeladatot, a 650 tonnás hengerállvány vizsgálatát végeztük el. Az optikai módszert egyébként hasonló szerkezeteken több szerző használta már eddig is [3], [4].

Az optikai vizsgálatot három fázisban végeztük el. Első lépésként állandó vastagságú sík



1. ábra. Hengerállvány-modell terhelése

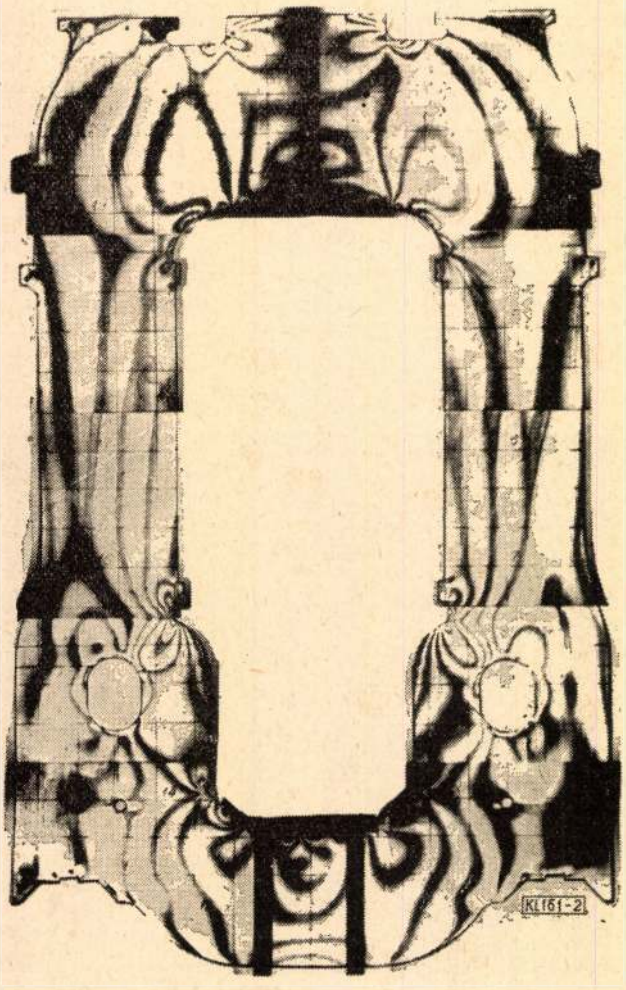
* Készült a Nehézipari Műszaki Egyetem Dr. Sályi István professzor vezetése alatt álló Mechanikai Tanszékén.

modellel dolgoztunk. Második lépésben a sík modellből műanyagcsíkok ráragasztásával állítottuk elő a térbeli kialakítást jobban megközelítő alakzatot. Harmadik lépésben a valósághoz legjobban simuló térbeli modellt vizsgáltuk meg.

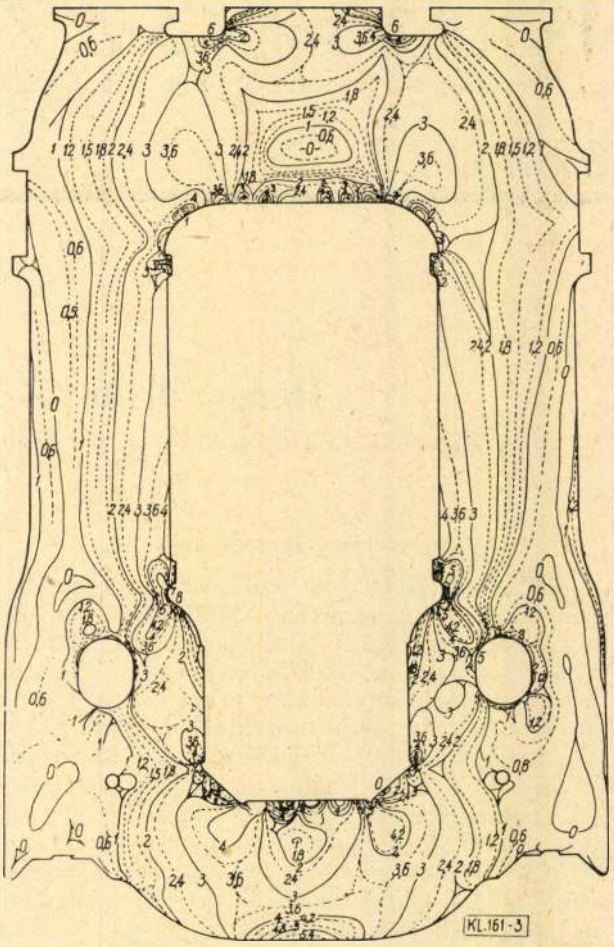
Az optikai vizsgálatra vonatkozó alapismeretekre nem térünk ki. Utalunk a megfelelő irodalomra [5], [6], [7].

A 400 tonnás hengerállvány vizsgálata

A modellt a hengerállvány kontúrjának megfelelően juralit műgyanta anyagból alakítottuk ki. Terhelését emelőáttétellel az *1. ábra* szerint valósítottuk meg. A vizsgálóberendezés Schiltknecht gyártmányú Baud-rendszerű optikai pad, amelyen a vizsgálathoz szükséges izokróm ábrákat *(2. ábra)*, illetve az összes felvétellel nyert izokrómok összesített képét *(3. ábra)* nyertük [8]. Az egyes görbékhez írt rendszámok a főfeszültségek különbségével arányosak. Ebből a modellállandó ismeretében számíthatjuk a feszültségeket, melyeket a *4. ábrán* tüntettünk fel. Ugyanide felvittük a Grüner-eljárással számított feszültségadatokat is. Mint látjuk, a számított és a mérési eljárással nyert adatok csak nagyjából egyeznek meg. Különösen nagy az eltérés a kivágásoknál, a kiszögelléseknél és a kis sugarú lekerekítéseknél (lásd *a*... *g*... helyek).



2. ábra. 400 t-s állványmodell izokróm ábrája



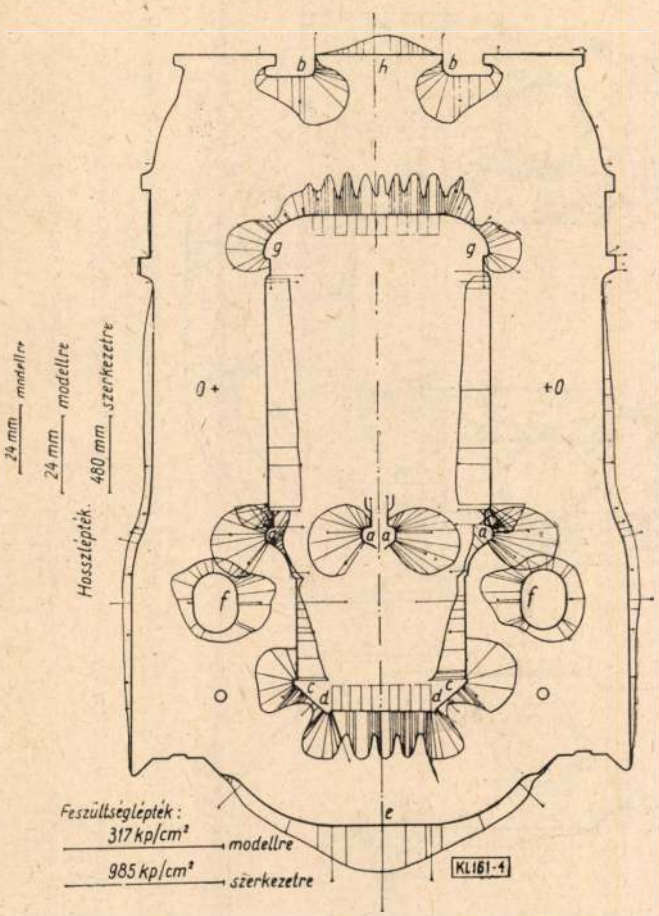
3. ábra. 400 t-s állványmodell összesített izokróm kép
Anyagállandó, $K = 0{,}0778$ cm/kp

A 650 tonnás hengerállvány vizsgálata síkmodellként

Az első közelítésként sík modellen végzett mérésekről az *5. ábra* tájékoztat, illetőleg a *6. ábra* adja meg az összesített izokróm-mező képét. A *7. ábra* pedig ismét a számított és a mért adatokat foglalja össze. Az ezek között mutatkozó eltérésre az előbbiekben tett megjegyzések érvényesek. A Grüner-eljárással számított értékeket tehát csak bizonyos közelítéssel lehet elfogadni, illetve a számítás eredményei csak egyes szakaszokon adnak megbízható adatokat. A bemetszéseknél, kivágásoknál viszont nagyobb értékekkel kell számolnunk.

A 650 tonnás hengerállvány vizsgálata erősített modellként

Az állvány tagolt kialakítását azzal próbáltuk megközelíteni, hogy az egyes keresztmetszeteket a tervrajzok szerint erősítettük meg. Ezt a 9. ábrán feltüntetett módon, a sík modellre felragasztott szeletekkel, csíkokkal értük el. Ragasztóanyagként araldit-D anyagot használtunk. Előzőleg egy tisztán hajlított I-szelvényű ragasztott tartón kipróbáltuk, hogy az erősítést jelentő övrészek együtt dolgoznak-e a gerinccel? A mérési eredmények szerint az eljárást megnyugtatóan lehet használni.



4. ábra. 400 t-s állványmodell és állványszerkezet számított és mért feszültségei

$N_\sigma = 3{,}11$, * $\hat{=}$ σ számított, $Q_m = 132$ Kp, $Q = 400$ Mp, $d = 0{,}82$ cm

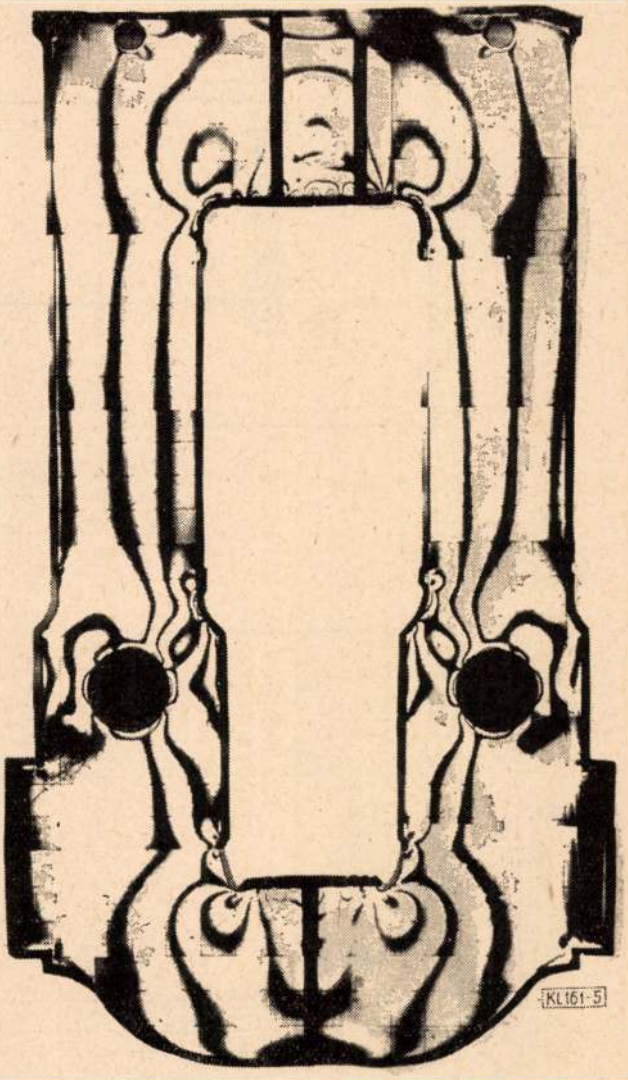
Az izokróm összesített mezőt a *8. ábra* mutatja. Mivel a keresztmetszet-ugrásoknál, a feszültségi állapot térbeli, itt nem lehet a feszültségeket az izokróm vonalakból közvetlenül meghatározni. Ezzel szemben a kerületeken a zavaró átmeneti részektől elég messze vagyunk, tehát ott — jó közelítéssel — síkbeli feszültségi állapotról beszélhetünk. Az így meghatározott, továbbá a számítással nyert feszültségeket a *9. ábrán* tüntettük fel. Ismét jelentős eltérést láthatunk a kétféle módon megállapított feszültségek között, különösen a bemetszéseknél.

A 650 tonnás hengerállvány vizsgálata térmodellként

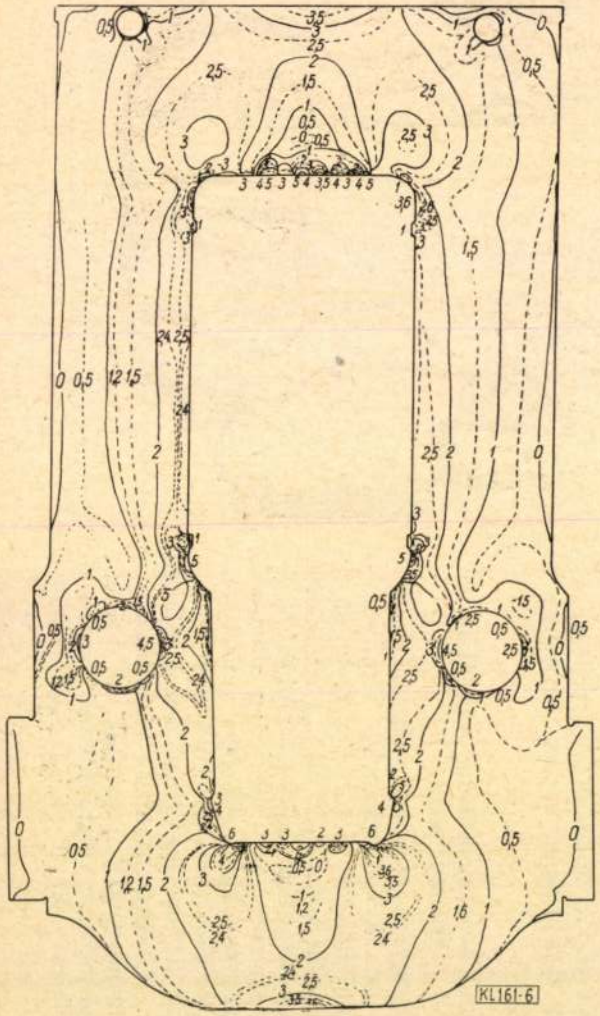
Modellanyagként araldit-D műgyantát használtunk fel. Az anyagot megfelelő fémformába öntöttük, majd külön a két oszlopot, külön az alsó- és felső részeket forgácsolással munkáltuk meg. Ezután a darabokat saját anyagukkal összeragasztottuk (1. ábra). A terhelést az üzemszerű statikus viszonyoknak megfelelően valósítottuk meg, kivéve a felső részt, ahol a terhelő erőt a csavarmenetek helyett egy belső peremfelületen hoztuk létre. A centrikus húzás biztosítására a kettő közé gömbcsuklót iktattunk. A modellt állandó erővel terhelve villamosfűtésű kemencébe helyeztük. Ebben 100 C° körüli hőmérsékletre melegítettük, majd a feszültségi állapotot lassú lehűtéssel *befagyasztottuk* [9]. A rajzsíkkal párhuzamos szeletekre felvágott modellt az optikai padon átvilágítva az izokróm mezőt *(10. és 11. ábra)* nyertük. A merőleges feszültségek elhanyagolásával az izokróm adatokból kiszámítottuk a rajz síkjában fellépő feszültségeket *(12. ábra)*. A hengerállvány felső részén azonban a feszültségek meghatározására a rajz síkjára merőleges szeleteket használtunk fel. A számított és a mért eredmények között meghatározott eltérés egyezik az eddig elmondottakkal.

Az eddigi eredmények összefoglalása

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a számítás és a mérés között csak nagyjából van egyezés. Az átmeneti helyeken, kivágásoknál, bemetszéseknél nagy az eltérés. Sikerült viszont a kritikus helyeket, a maximális feszültségek fellépésének helyét kikutatni és a feszültségeket meghatározni. Ezeken a helyeken nagyobb átmeneti sugarakat kell megkövetelni, illetve vastagítás ajánlatos. A mérés szerint egyébként a külső sarkoknál alul és felül egyaránt alárendelt feszültségek lép-

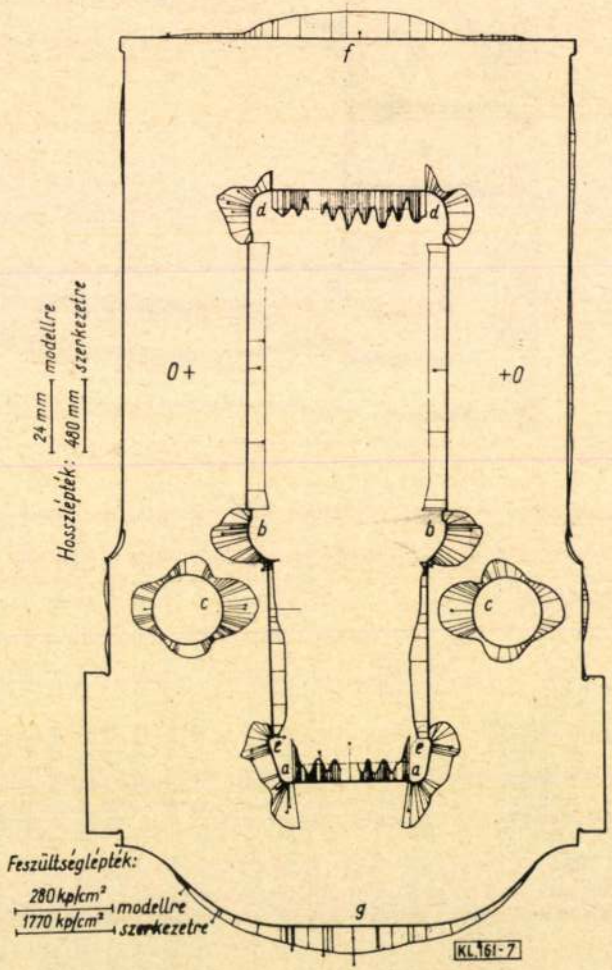


5. ábra. 650 t-s állvány síkmodelljén kapott izokrómok ábrája



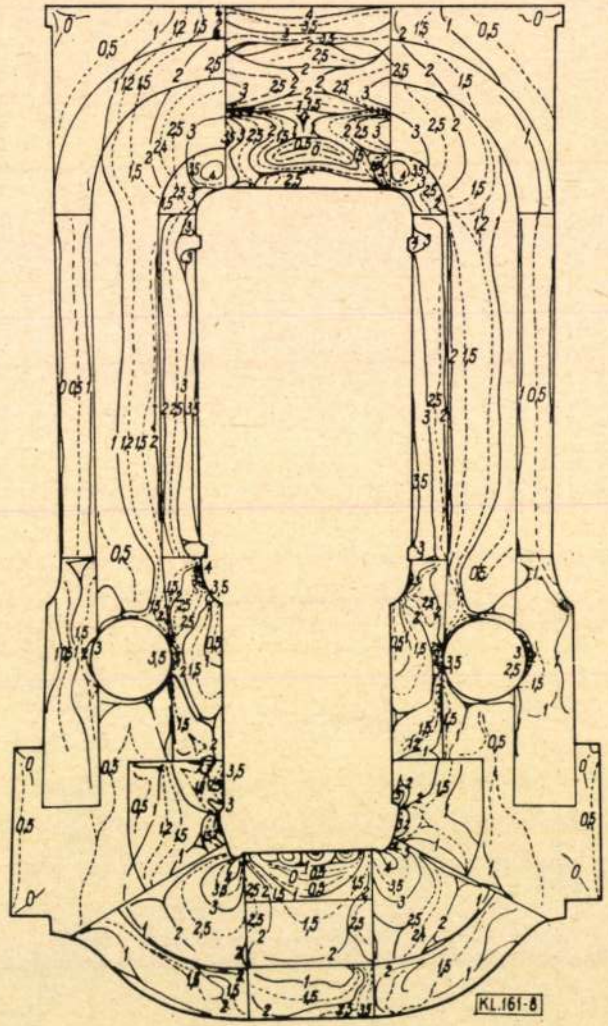
6. ábra. 650 t-s állvány síkmodelljének összesített izokróm képe

Anyagállandó, $K = 0{,}07368$ cm/Kp



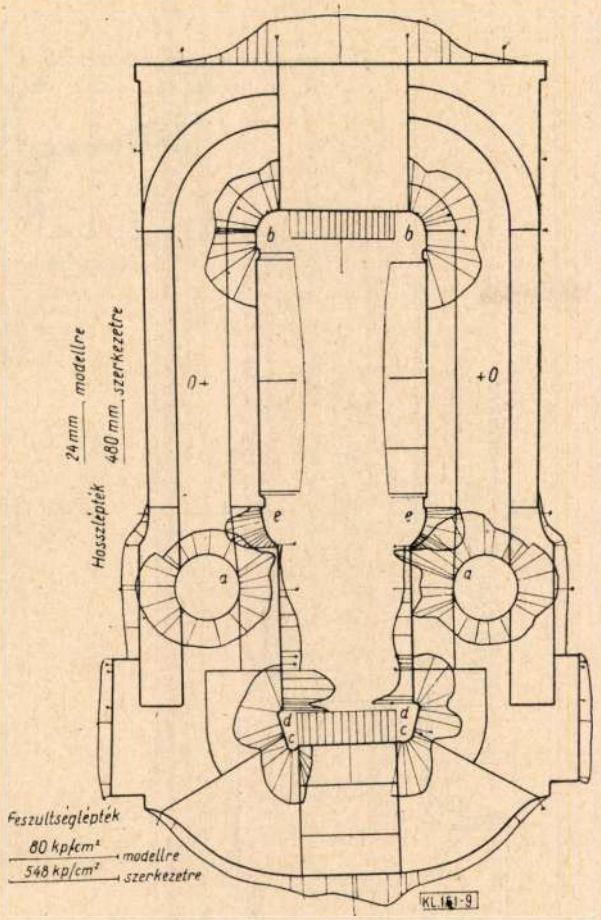
7. ábra. 650 t-s állvány számított és síkmodelljén mért feszültségei

$N_\sigma = 6{,}33$, $O \mathrel{\hat{=}} \psi\sigma$ érték, $* \mathrel{\hat{=}} \sigma$ számított, $Q_m = 132$ Kp, $Q = 650$ Mp, $d = 0{,}77$ cm



8. ábra. 650 t-s állvány erősített modelljének összesített izokróm képe

Anyagállandó, $K = 0{,}07574$ cm/Kp



9. ábra. 650 t-s erősített állvány számított és erősített modelljének mért feszültségei

$N_\sigma = 6{,}85$, $\overset{\wedge}{\bullet} = \sigma$ számított, $Q_m = 132$ Kp, $Q = 650$ Mp

nek fel. Ezeken a helyeken tehát anyagcsökkentésre van mód. Megjegyezzük, hogy a modellen mért feszültségértékeket közvetlenül a modellre számított adatokkal hasonlítottuk össze. Így a modellezés átszámításából eredő hibákat, bizonytalanságokat kiiktattuk.

A síkmodellezés eredményét biztonsággal csak közel állandó vastagságú szerkezetekre használhatjuk. Változó vastagságú állványon korrekcióra van szükség. A ragasztott modell jobban megközelíti a valóságot, eredményeit tehát biztonsággal fel lehet használni. Legmegfelelőbben természetesen a térbeli modellt használhatjuk fel, bár ez egyúttal a legmunkaigényesebb is, különösen ha az egész mező teljes feszültségelemzését el akarjuk végezni.

Átszámítás az eredeti szerkezetre

Az önsúly figyelembevétele nélkül csak a külső terhelés következtében létrejövő feszültségek meghatározását tűztük ki célul. Ezt indokolja az a körülmény, hogy az önsúlyból adódó feszültségek a külső terhelés okozta feszültséghez viszonyítva elhanyagolhatók. A helyes modellezés elvégzésére alapvető feltétel, hogy a modell és az üzemi berendezés anyagának Poisson-száma azonos legyen. Ha ezt nem elégítjük ki, csak bizonyos közelítő modellezésről beszélhetünk. Mivel az acélöntvénynek és az araldítnak ez az anyagjellemző száma igen közel esik egymáshoz (0,30 és 0,36), feltételezhetjük a modellezés jó közelítő jellegét. Azonosnak vett Poisson-számokkal viszont a feszültségek átszámításának alapja a feszültség definíciója szerint:

$$N_\sigma = \frac{\sigma}{\sigma_m} = \frac{N_Q}{N_A},$$

ahol $N_Q = Q/Q_m$ az erőlépték, $N_A = A/A_m$ a területlépték és m a modellre vonatkozó index.

1. Síkmodell átszámítása a szerkezetre

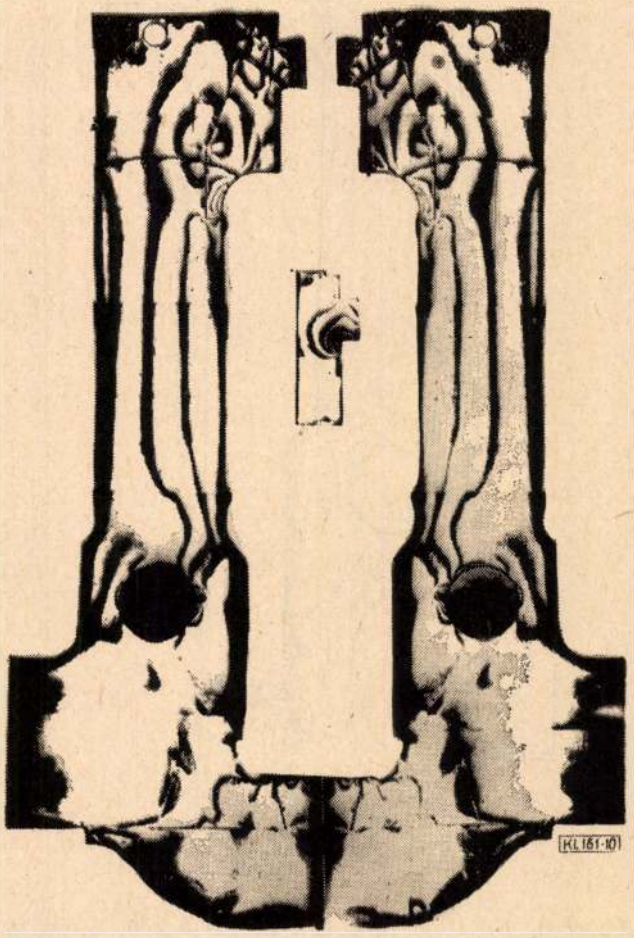
Az átszámítás akkor lehetséges legegyszerűbben, ha a térbeli szerkezet is állandó vastagságú, mint a modell. Jó közelítéssel ez a helyzet a 400 tonnás állvánnyal. Mivel a síkfeszültségi állapotra vonatkozó összefüggések csak vékony lemezekre adnak helyes eredményt, nagyobb vastagságra természetesen közelítésként használhatók. Eszerint bizonyos közelítéssel érvényes az alábbiakban lefektetett átszámítási összefüggés.

A hosszlépték a rajz síkjában $N_l = l/l_m$, a rajzsíkra merőlegesen pedig $N_d = d/d_m$. Így a feszültséglépték:

$$N_\sigma = \frac{\sigma}{\sigma_m} = \frac{N_Q}{N_l N_d},$$

feltéve, hogy az erőlépték N_Q.

Ha a térbeli szerkezet vastagsági mérete változó, akkor előbbi számításunk használata nem



10. ábra. 650 t-s állvány térmodelljének izokróm ábrája

indokolható. Esetleges összehasonlító értékelésre lehet azonban javasolni a következő átszámítást.

Az állvány keresztmetszetei a nyírást nem számítva, hajlításra és nyíró-erőre vannak igénybe véve. Az elemi szilárdságtan szerint számítva a feszültségeket, a keresztmetszeti tényezőt és a területet kell figyelembe venni. Mivel a modell keresztmetszetében csak a vastagsági méret nincs léptékhelyesen modellezve, a vastagság értékével helyesbítjük a feszültségértékeket. Először átszámítjuk a modellen mért feszültségeket

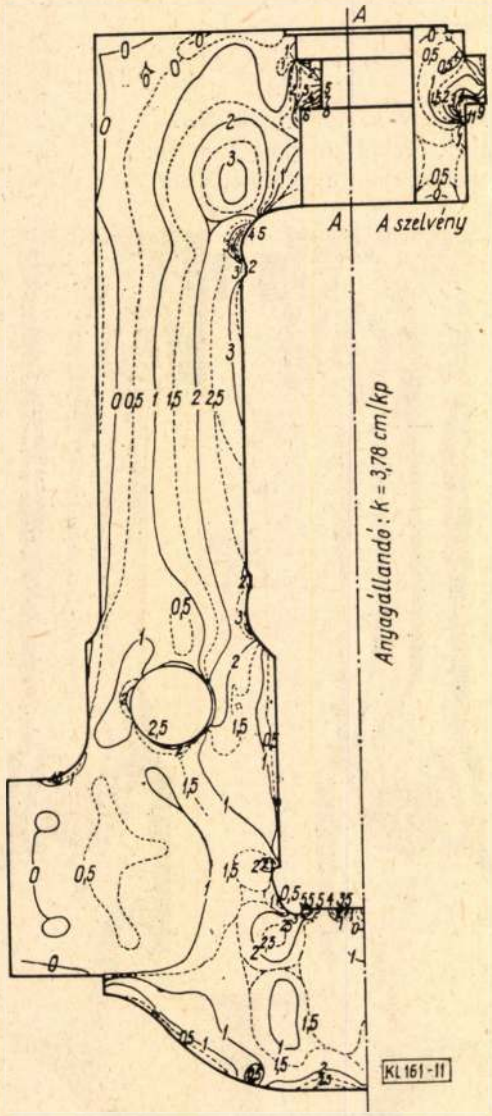
$$N_\sigma = \frac{N_Q}{N_l N_d}$$

léptékkel, ahol $N_d = d_0/d_m$. Itt d_0 a szerkezetben az oszlopokon (középen) levő legvékonyabb hely vastagságát jelenti. A korrekciós tényező ezek után

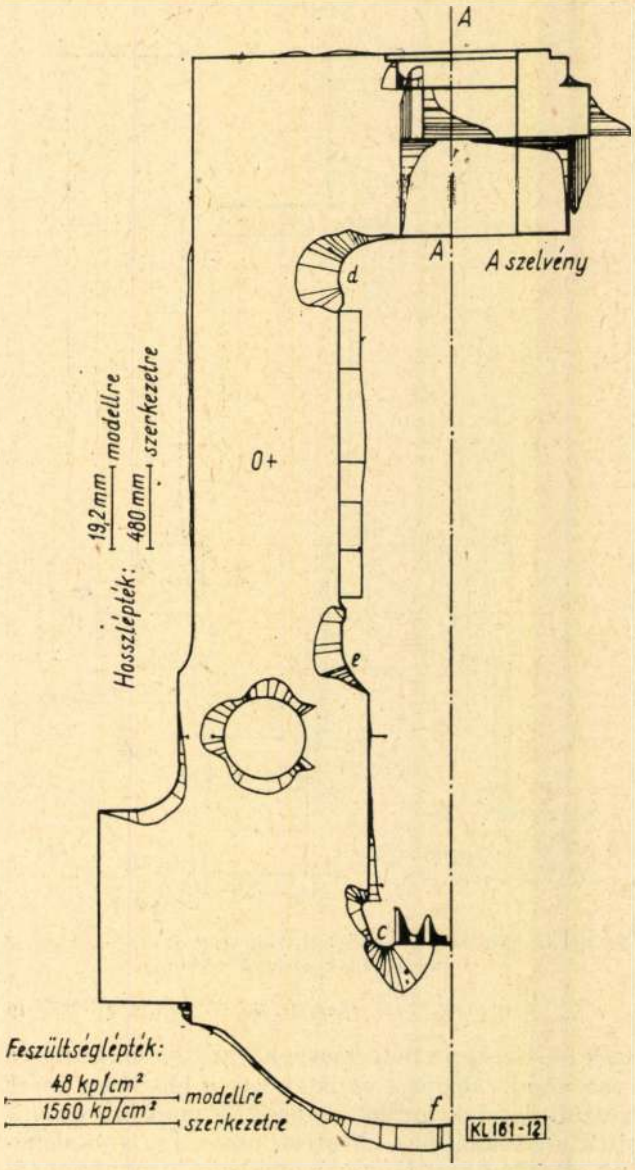
$$\psi = \frac{d_0}{d}$$

a szerkezet d vastagságú helyére, amivel végül

$$\sigma = \psi N_\sigma \sigma_m.$$



11. ábra. 650 t-s állvány termodelljén kapott összesített izokróm mező
Anyagállandó, K = 3,78 cm/Kp



12. ábra. 650 t-s állvány termodelljén mért és a számított feszültségek összehasonlítása
$N\sigma$ = 32,5, * $\overset{A}{=}$ σ számított, Q_m = 3,2 Kp, Q = 650 Mp

2. Ragasztott modell átszámítása a szerkezetre

Az átszámítást annak figyelembevételével végezhetjük el, hogy a két hosszlépték nem volt azonos. A feszültséglépték

$$N_\sigma = \frac{N_Q}{N_l N_d}$$

3. Térbeli modell átszámítása a szerkezetre

Mivel a hosszléptékek minden irányban egyezők,

$$N_\sigma = \frac{N_Q}{N_l^2}.$$

A hengerállványok szilárdságvizsgálatát még teljesebbé teszik az elkészült berendezésen végzett mérések. Ezeknek céljuk: egyrészt a hengerállványt ténylegesen terhelő — dinamikus — erők meghatározása, másrészt néhány helyen feszültségmérés segítségével a modellvizsgálat eredményének ellenőrzése.

IRODALOM

[1] *Geleji:* Kohógéptan. Tankönyvkiadó 1953. Budapest.
[2] *Grüner:* Zur Berechnung von Walzenständern. Stahl und Eisen. 1939. évf. 29. sz.
[3] *Rédei:* Hengerállványok optikai feszültségvizsgálata Kohászati Lapok. 1962. 5. sz.
[4] *Siemieniec-Zapalowicz:* Przyklad zastosowania elastooptyki do analizy konstrukcji elementów urzadzern hutniczych. Hutnik Katowice 1961. 12. sz.
[5] *Frocht:* Photoelasticity I—II. Wiley 1941. 1948. New-York.
[6] *Wolf:* Spannungsoptik. Springer 1961. Berlin.
[7] *Huszár:* Feszültségmérések. Mérnöki Továbbképző Intézet. 1959. Bp.
[8] *Huszár:* Optikai feszültségvizsgálat mint a gazdaságos méretezés egyik eszköze. Gép. 1958. évf. 5—6. sz.
[9] *Csizmadia—Huszár:* Csavart rúd vizsgálata térbeli optikai úton. Acta Technica s. a.

Egyesületi hirek

A Vaskohászati Szakosztály Kohász-Közgazdász Tagozata 1964. IX. 4—7 között Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési Konferenciát tartott Balatonszéplakon.

Másodszor került megrendezésre a Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési Konferencia azzal a célkitűzéssel, hogy egyrészt az iparágban dolgozó szakemberek tájékoztatást kapjanak időszerű üzemgazdasági kérdésekről, másrészt pedig a kialakult vitában meghallgassa és értékelje a gyakorlati szakemberek elméleti és alkalmazott tapasztalatait.

A két évvel ezelőtt tartott hasonló konferencia anyagától eltérően a Rendező Bizottság úgy állította össze az előadások sorozatát, hogy a közelmúltban hazánkban is térthódító elektronika nagyobb szerepet kapjon.

A megnyitó előadást *dr. Kocsis József* miniszterhelyettes tartotta, a „Közgazdaság tudomány szerepe az iparvezetésben" címmel. Bevezetőben utalt arra, hogy az élet valamennyi területén rohamosan növekszik a tudományok szerepe. A továbbiakban arról beszélt, hogy a műszakiak és közgazdászok munkája akkor gyümölcsöző, ha a közgazdászok ismerik a legfontosabb gyártási folyamatokat, a műszakiak pedig elsajátítják a „közgazdasági szemléletet". Elmondotta, hogy „a megjelenő közgazdasági művek közül ma még kevés jut el elméleti gazdaságpolitikai következtetésekhez." Elégtelennek minősítette a szocialista országok helyzetével és gazdaságpolitikájával, a szocialista táborral, a szocialista országok gazdasági együttműködésével, a KGST-vel foglalkozó elvi kutatások arányát. Előadása további részében rámutatott arra, hogy a közgazdaságtudomány művelőinek, és különösen terjesztőinek fontos propaganda és pedagógiai feladata van. Ma még nem kevés gazdasági vezető fetisizálja az egyes tervmutatókat. Alapjában leküzdött jelenség — bár még kísért — a mennyiségi szemlélet.

Dr. Susánszky János nagy érdeklődést kiváltó előadása az automatizált irányítású vállalatok osztály- és folyamathálózatának szervezésével foglalkozott. Elemezte a vezetési szervezet vertikális és horizontális tagoltságának optimumát, s több gyakorlati példával igazolta, hogy a magyar ipari nagyvállalatokban a vezetés elaprózott, a megengedettnél több lépcsőn keresztül jut el az utasítás a végrehajtókhoz. Vizsgálta a munkavállalókra ható tényezőket és arra a következtetésre jutott, hogy többet kell foglalkozni pszichoanalitikával.

Kísérleti tapasztalatok felhasználásával bizonyította, hogy egy összetett tevékenységet ellátó csoport szervezet eredményesebb, mint a szakterületenként tagolt.

Radnai József a korszerű ügyvitel szerepéről tartott előadást. Vázolta, hogy — anyagi lehetőség hiányában — nem lehet szó a régi ügyviteli géppark lecseréléséről, ehelyett lehetőséget lát bizonyos fokú rekonstrukcióra. Igen helyesen vetette fel, hogy a KGM Vaskohászat elektronikus számítógépe elsősorban műszaki számításokra alkalmas, ezért olyan kohászati mérőműszerek beszerzését sürgette, amelyek lyukszalagon rögzítik a mérések eredményeit, tehát közvetlenül tudnak a számítógépnek információt adni. Javasolta a lyukszalaggal kombinált könyvelőgép automaták szélesebbkörű használatát.

Longa Elemér előadásában a kohászati termékek népgazdasági (reál) önköltségének és exportgazdaságosságának számítási módszeréről és a kapott eredményekről beszélt. Részletesen ismertette e számítás menetét, az alkalmazott főbb elveket és az egész munka szervezetét. A kapott adatok segítségével megindulhat a gépipari termékek reálönköltségszámítása és a pontosabb G mutatók kidolgozása. Az előadásból — számadatokkal alátámasztva — mégismerhettük, hogy a kohászat minél magasabbrendű terméket bocsájt ki, annál nagyobb az akkumuláció és kedvezőbb a rubel és dollár kitermelési mutató.

Gárdonyi Sándor—dr. Ujlaky Tamás az elektronikus számítógépek kohászati használatáról tartottak értékes előadást. *Gárdonyi Sándor* főleg a műszaki számításokról, *dr. Ujlaky Tamás* pedig a közgazdasági tárgyú kutatásokról számolt be. Sürgették a kibernetikában jártas szakerők képzését, hiszen rohamos fejlődés várható ezen a téren.

Dévényi György a kohászati gyártmányok fejlesztéséről és gazdaságosságáról tartott előadást.

Részletesen ismertette a kohászat következő 5 éves tervében szereplő legfontosabb célkitűzéseket és hatását a termékek struktúrájára. Sürgette a kohászati árrendszer finomítását, fejlesztését és javasolta a felár rendszer kiterjesztését. Az előadó kitért a kutatómunka irányítására, a kutató intézetek és az ipar munkájának összehangolására.

Buza Antal az automatizálás és elektronikus gépek felhasználásáról tartott előadást. Vázolta, hogy a hazai tapasztalatok csekélyek, a magyar szakemberek még csak a téma megismerésével foglalkoznak. Példákkal bizonyította a hengersorok automatikájának elektronikus vezérléses lehetőségét.

Gémes Ferenc és *Sánta Lóránt* előadásukban a Dunai Vasmű meleghengerművének elektronikus gépi programozásával foglalkoztak. Részletesen ismertették az eljárás menetét és az adatszolgáltatás pontosságára hívták fel az üzemi szakemberek figyelmét. Értékelték az elektronikus gép használatából származó anyagi és szellemi előnyöket.

Kemény Kornél a kohászati tervmetodika tovább fejlesztésével foglalkozott előadásában, melyet a résztvevők nagy érdeklődése kísért. Kihangsúlyozta, hogy a kötelező tervmutatók csökkentése a követendő irányzat. Szabadabb teret kell engedni az alkotó vállalati kezdeményezéseknek. A tervek finomítása érdekében sürgette a mérlegrendszer tökéletesítését. Ez az igényfelmérés kiterjesztésével biztosítható.

Egyre jobban előtérbe kerül a termelés tervezése a munkaigényességi együtthatók alapján.

Az előadások sokrétűsége élénk vitára adott lehetőséget. A Konferencia előadásainak vitájában közel 60 fő vett részt javaslataival, vagy bírálatával. Az immár hagyományossá vált Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési Konferencia hasznos volt mind az előadóknak, mind a hallgatóknak.

Remélhetőleg lehetőséget találunk az Egyesület hivatalos lapjában az előadások — vagy egy-egy előadás — leközlésére.

Longa Elemér

Pilgerhengerek profilkialakításának elméleti és gyakorlati vonatkozásai*

STRÖMPL ALADÁR

DK 621.944.3 : 621—233

A varratnélküli acélcsövek gyártására ipari méretű eljárást első ízben 1889-ben a Mannesmann-testvérek dolgoztak ki. Ez az eljárás hengerlési és kinetikai szempontból igen bonyolult és mégis — egy bizonyos mérethatáron belül, illetve nagy méretválasztékban kis tételek gyártására — ma is gazdaságos.

A pilgerhengerlő eljárás szakaszos gyártási folyamat. A hengerlési ütem első felében — a dolgozó részben — alakítják a nyers csövet kész csővé, míg az ütem második felében — az üresjárati részben — a nyers csövet a hengerlés kiinduló helyzetébe juttatják vissza. A pilgerhengerlés tehát váltakozó irányú, de végeredményben előre haladó mozgás közben megy végbe. Az összetett mozgások biztosítására a pilgerhenger üregét különlegesen képezik ki.

Az eljárás bonyolultsága és összetettsége miatt az eltelt 74 év alatt több szerző tollából számos olyan szakirodalmi munka jelent meg, amely túlnyomó részben az anyag alakításakor végbemenő jelenségekkel, a hengerek kinetikájával és üregezésével foglalkozik. Különösen a legújabb munkák közölnek olyan megállapításokat, amelyek ellentétesek a régebben kialakított elméletekkel és teljesen új irányt szabnak a további kutatásoknak.

Előadásomban áttekintést kívánok adni a pilgerhengerek kialakításával kapcsolatban fellelhető fontosabb irodalmi munkákról, valamint az általunk ismert csőgyárakban gyakorlatban használt pilgerhengerekkel kapcsolatos jellemzőkről, vagyis részletezve :

a pilgerhengerek külméreteinek meghatározásáról,

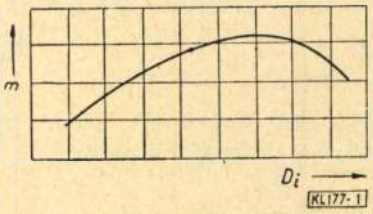
a hengerüreg szakaszainak megoszlásáról,
a hengerüreg szakaszainak alakjáról,
a hengercsapok végeinek kialakításáról.

A pilgerhengerek külméreteinek meghatározása

A pilgerhengerek fő méreteit — mint minden más hengerműi hengerekét — szilárdsági és gyártási feltételekből kiindulva kell meghatározni.

Az előtolás nagysága, amely döntő módon meghatározza a sor termelékenységét, arányos a henger átmérőjével, azonban a hengerek méreteit nem lehet korlátlanul növelni. A pilgerhengerek méreteit tehát a hengersor nagysága, az előtoló berendezés típusa és más jellemzők szabályozzák.

Kísérletek bizonyították, hogy minden csőmérethez egy optimális hengerátmérő tartozik, amely a helyesen megtervezett hengerprofillal együtt az anyag alakítása szempontjából a legkedvezőbb. A hengerátmérőnek további növelése már nem biztosít nagyobb termelést *(1. ábra)*. Sajnos erre vonatkozóan a kísérleti eredmények csak igen kis mértékben ismeretesek. (A pilgerhenger optimális átmérőjére utalást találunk *Jemeljányenko* és *Grüner* munkáiban) [1], [7].



1. ábra. Optimális hengerátmérő az előtolás függvényében

A gyakorlatban használt hengerátmérőre *Jemeljányenko* [1] *Matvejev* és *Vatkin* [2] az *1. táblázatban* található adatokat ajánlja.

1. táblázat

A pilgerhenger ∅-re ajánlott képletek

Hengermű mérete	Szerző	Ideális hengerátmérő mm D_i
Nagy	Jemeljá-	1,35 *d*max + 550
Közepes	nyenko	1,25 *d*max + 450
Kis.....	Matvejev	2,00 *d*max + 150
Nagy	és	1,25 *d*max + 600
Közepes	Vatkin	1,25 *d*max + 550

*d*max a hengerelteső maximális ∅-je.

A hengersorok mérethatárát a szerzők a következőkben határozzák meg :

Nagyméretű hengersorok : ∅ 219—456 mm csőátmérő között,

középméretű hengersorok : ∅ 168—325 mm csőátmérő között,

kisméretű hengersorok : ∅ 205 mm csőátmérő alatt.

A Mannesmann-vállalat által használt képlet :

$$D_a^2 = 950 \cdot d_k - 19\,500,$$

ahol D_a a henger alapkörének átmérője

$$(D_a = D_i - d_k)$$

d_k a hengersoron hengerelt csövek közepes átmérője.

D_i az elméleti hengerátmérő.

A *2. táblázat* az általunk is ismert csőgyárakban használt pilgerhengerek maximális és minimális átmérőit szemlélteti. A gyakorlatban a pilgerhenger átmérője, D kisebb az ideális D_i méretnél és így a hengerállványba beépített hengerek között hézag van. Ez azt a célt szolgálja, hogy biztonságossá tegyük a hengerüreg zárásával a csőátmérő beállítását. Törekedni kell azonban arra, hogy a hengerek közötti hézag minimális

* Előadásként elhangzott az Acélcsőgyártó Konferencián, 1963. okt. 24-én.

6″—12″-os pilgerhengerek átmérői *2. táblázat*

	6″			8″			10″			12″		
	min.	max.	$\frac{S}{2}$	min.	max.	$\frac{S}{2}$	min.	max.	$\frac{S}{2}$	min.	max.	$\frac{S}{2}$
Zsdanovi		740	10		780	11		820	12,5		860	12,5
Liebknecht ..	600	740		700	790		700	830		750	860	
Vitkovici ...	520	600		580	700		615	730	10	670	780	12
Sisaki	529	649	7,5	573	693	7,5	622	742	10	668	788	15
Csepeli	610	660	8	630	740	8	640	780	12,5	660	850	12,5
Cseljabinszki					830	10		875	6		925	
Czesztochowai		591	6		693	6		771				

S a hengerek közötti hézag, mm

legyen, mert ezzel zártabb lesz a hengerüreg, ami kedvezően hat az alakításra.

Jemeljányenko [1] a hengerhézagra vonatkozóan a következőket ajánlja:

Kisméretű pilgerhengerművekben:

$s = 10—15$ mm,

közép- és nagyméretűekben:

$s = 20—30$ mm.

A hengerüreg szakaszainak meghatározása

A pilgerhenger dolgozó részének hosszát két ellentétes szempont figyelembevételével kell meghatározni. Az egyik szempont szerint ajánlatos növelni a henger dolgozó részét, hogy ezáltal az egy fordulatra eső megnyúlás, azaz a kihengerelt csőszakasz hossza minél nagyobb legyen. A másik szempont szerint — és ez a fordulatszám növelésével kapcsolatos — csökkenteni kellene a dolgozó rész hosszát, hogy ezáltal az előtoló berendezés az üresjárat alatt a nyers csövet időben visszalökhesse a hengerlés kiinduló helyzetébe.

E két szempont mérlegelésével az irodalmi munkák egymáshoz aránylag közel eső értékeket javasolnak:

Jemeljányenko munkájában [1] a dolgozó rész hosszát 180—220°-ban határozza meg, míg *Matvejev* és *Vatkin* [2] 200—210°-ot ajánlanak.

A *3. táblázat* az egyes csőgyárakban használt pilgerhengerek dolgozó részének hosszát tünteti fel.

A táblázatban levő adatokból kitűnik, hogy

3. táblázat

Az egyes gyárakban használt pilgerhengerek fő méretei

Csőgyár	Dolgozó rész		Alakító szakasz Θ_a			Simító szakasz Θ_s				Kifutó szakasz Θ_k				Löket a 0 pontban e_0 mm-ben	Üreg nyitás szöge, ° α/α_k
	fok	perc	fok	perc	%	fok	perc	%	sugár eltérés e_s mm-ben	fok	perc	%	sugár eltérés e_k mm-ben		
Dnyepropetrovszki Csőgyár 8—9″	210		70		33,3	116		55,3	0,2	24		11,4	2,5	72,9	
Dnyepropetrovszki Csőgyár 10—12″	202		68		33,7	110		54,5	0,0	24		11,8	3,0	73,0	
Zsdánovi Csőgyár 8″	209		74		35,4	120		57,4	0,0	15		7,2	2,0	73,0	20/34
Zsdánovi Csőgyár 10—12″	195		65		33,3	115		59,0	0,0	15		7,7	4,0	71,0	25/35
Cseljabinszki 8—12″	180		75		41,5	90		50,0	0,0	15		8,5	4,0	75,0	30/37
Csőgyár kísérleti	210		80		38,0	110		51,5	1,0	20		9,5		85,0	
Sisaki Csőgyár 189—350 mm	195		81	50	42,0	78		40,0	1,0	35	10	18,0	3,0	57,0	
Sisaki Csőgyár 189—350 mm	215		90	18	42,0	86		40,0	0,35	38	40	18,0	1,75	42,0	
Cseszto-howai Csőgyár 132—283	213		91	30	43,0	84	10	39,5	0,9	37	20	17,5	3,9	74,0	30
Cseszto-howai Csőgyár 197—293	183		75		41,0	76		41,5	0,6	32		17,5	3,1	64,0	30
Chomutovi Csőgyár I. állvány	190				44,5			44,0				16,0	10,0	85,0	25
Chomutovi Csőgyár II/1 319—323	190				44,0			40,0				16,0	10—8	85,0	25
Chomutovi Csőgyár II/2	190				50,0			35,0				15,0	4,0	76,0	25
Vitkovici Csőgyár 116—174	197	30	76		38,4	85		43,0	0,0	36	30	18,6	2,5	60,0	
Vitkovici Csőgyár 182—301	199		80		40,2	80		40,2	0,0	39		19,6	2,5	66,0	
Vitkovici Csőgyár 182—360	204		90		44,1	80		39,2	0,0	34		16,7	2,5	66,0	
Csepeli Csőgyár 6—12″	197		83		42,2	96		48,6	0,0	18		9,2	2,2	62,0	18/32
Csepeli Csőgyár 4—8″	222		90		40,5	114		51,4	0,0	18		8,1	2,7	45,6	18/25

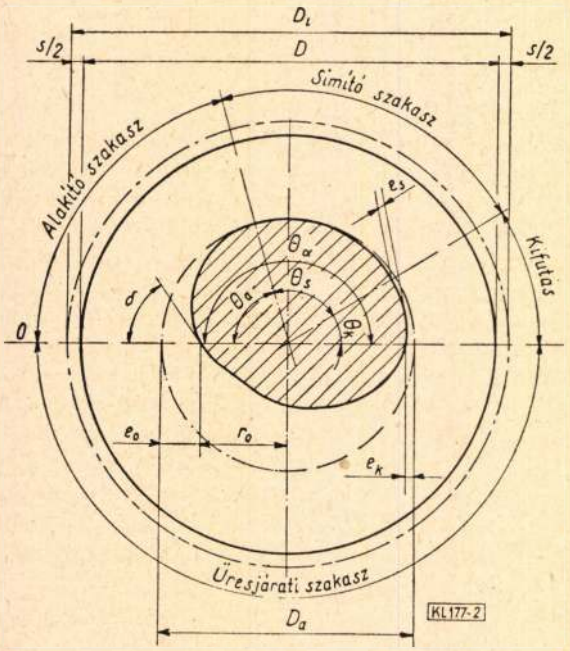
az új hengerek dolgozó részének hossza aránylag ritka esetben haladja meg a 220°-ot.

Azokban a csőgyárakban, ahol a pilgerhengereket átmérőjük csökkentésével újítják fel és lehetőség van ívkorrekcióval a dolgozó rész állandó hosszon való tartására, az ívszögeket esetleg túllépik.

A dolgozó rész megoszlása

Igen fontos követelmény a dolgozó részen belül az egyes szakaszok helyes hosszának meghatározása.

Általánosságban a dolgozó részt alakító, símító és kifutó szakaszra osztjuk *(2. ábra)*.



2. ábra. Pilgerhenger szakaszainak megoszlása

Az egyes szakaszoknak biztosítaniuk kell a hengerlési folyamat alatt végbemenő alakváltozás összhangját. Az alakító szakasznak olyan mennyiségű anyagot kell az adott fogyási rendszerben lenyújtania, amelyet a simító szakasz még pontos méretű csővé képes simítani. A kifutó szakasznak pedig az a rendeltetése, hogy a csövet a henger átmenet nélkül engedje szabadon és így ezt követően, az üresjárati részben az adagoló berendezés a nyers csövet a hengerlés kiinduló helyzetébe tudja juttatni.

Amikor az egyes szakaszok között nincsen meg az összhang, a hengerek nem képesek a maximális teljesítményt nyújtani.

Az egyes szakaszok hosszára az irodalomban és a gyakorlatban a következő adatok találhatók. (A könnyebb összehasonlítás céljából az adatokat a dolgozó rész százalékában adom meg, 3. táblázat.)

A táblázat adatainak elemzése során kitűnik, hogy a pilgerhenger szakaszainak megoszlására nem alakult ki egységes gyakorlat.

A szovjet csőgyárakban aránylag rövid alakító és hosszabb simító szakaszt használnak.

A sisaki, cseszstochowai, jednoscsi csőgyárakban és a vitkovici nagysoron a hengerek alakító és simító szakasza közel azonos hosszúságú.

A vitkovici kissoron, a chomutovi és a svinovi sorokon használt hengerek alakító szakasza hosszabb, a simító szakasz pedig rövidebb.

Csepelen sem jobb a helyzet. A nagy- és a középhengersoron a hengerek alakító szakasza rövidebb, a simító szakasz pedig hosszabb. A kissorokon hosszabb alakító szakasz mellett a simító szakasz rövidebb.

A pilgerhengerek szakaszainak profilja

Alakító szakasz

A pilgerhenger tervezésének legfontosabb része az alakító szakasz fenékgörbéjének (profilgörbéjének) szerkesztése.

A pilgerhenger üregének számítási módját tudományosan első ízben *De Grahl* határozta meg, amikor két alapvető feltételből indult ki [4], mégpedig:

1. A pilgerhenger alakító szakaszában a keresztmetszetcsökkenést — azaz a fogyást — a hely függvényében állandó szinten kívánta tartani.

2. A kihengerelt csőnek a tüskén való elmozdulását az időegység alatt ugyancsak állandónak vélte.

Ilyen elgondolások alapján a fogyási kúp (pilgerfej) burkológörbéjét parabola-egyenlettel határozta meg:

$$x^2 = 2py$$

A görbe megszerkesztésekor a henger és az anyag között csúszás nélkül forgó gördülőkörként a hengerek elméleti átmérőjét, az álló gördülőkörként pedig a hengerlés tengelyvonalát ajánlotta.

De Grahl munkáiban két alapvető jelentőségű pontatlanság található. Az első lényege, hogy az alakító szakaszban figyelmen kívül hagyta az anyag hengerlés közben bekövetkező meghosszabbodását. A második pontatlanság abból adódik, hogy a mozgó és az álló gördülőkör meghatározásakor figyelmen kívül hagyta az anyag előresietését és visszamaradását.

E két alapvető tényező figyelembevételével a parabola egyenlete már nem biztosítja a *De Grahl* által meghatározott feltételek teljesítését.

1927-ben *Lobkowitz* kritika alá vonja *De Grahl* munkáját és a pilgerhengerlésre új elméletet állít fel [3].

Lobkowitz abból az alapvető feltételből indult ki, hogy hengerlés alatt az alakító szakaszban végbemenő változások megegyeznek a folyamatos hengerlés alakváltozásával és ezért az alakító szakaszban egységnyi idő alatt azonos mennyiségű anyagnak kell áthaladnia.

Ilyen meggondolásokból kiindulva a fogyási kúp burkológörbéjét hiperbola-egyenlettel határozta meg:

$$Axy = a^2$$

A görbének a hengerre való átvitelét *De Grahlhoz* hasonlóan végezte el. Alapos vizsgálattal azonban kiderült, hogy ez az elmélet a pilger-

hengerlési eljárásra nem jellemző, mivel a hengerlési folyamat alatt a hengernek csak kis része van érintkezésben az anyaggal. Megállapították azt is, hogy *De Grahl* és *Lobkowitz* egyenleteinek gyakorlati alkalmazása meglehetősen nehéz és körülményes, mert az egyenletekben szereplő állandó együtthatók nincsenek kapcsolatban a hengerlési eljárás jellemzőivel.

A Szovjetunióban elsőnek *Jemeljányenko* munkáiban találhatunk a pilgersori hengerek üregeinek számítására vonatkozó anyagot.

Jemeljányenko a hengerlési eljárás alatt végbemenő valóságos alakváltozásra kívánta felépíteni elméletét [5].

Jemeljányenko — hasonlóan *De Grahl* és *Lobkowitz* levezetéseihez — a pilgerhenger alakját nem a valóságos folyamatra írta fel, mert több olyan tényezőt hagyott figyelmen kívül, amelyek nélkül a valóságnak megfelelő alakítást elérni nem lehet. Így például a görbe számításakor nem vette figyelembe az anyag meghosszabbodását. Ugyancsak figyelmen kívül hagyta, hogy a csúszásmentes legördülés nem a fogyási kúp függőleges síkjában áthaladó alkotóban van. Ugyanis *Jemeljányenko* a mozgó gördülőkört a hengerüreg középsíkjában (a hengerüreg fenekén), míg az álló gördülőkört a fogyási kúp függőleges síkjába vette fel [4].

Jemeljányenko általános egyenlete :

$$R = (R_0 + S_0) - S_0 e^{(1+m)C_k\Theta - \frac{n}{\Theta_a} C_k \Theta^2}$$

ahol a $C = \frac{1}{\Theta_a} \cdot \ln \frac{S_1}{S_0}$

R a henger alakító szakaszának változó sugara,
R_0 az alakító szakasz kezdeti sugara,
m a relatív keresztmetszetváltozás jellemzője,
S_0 a nyerscső falvastagsága,
S_1 a cső falvastagsága,
Θ a változó sugárhoz tartozó középponti szög,
Θ_a az alakítószakasz középponti szöge.

Jemeljányenko egyenlete mégis jó eredményeket adott, mert képletében a korrekciós tényezőt úgy választotta meg, hogy az említett hibákat ellensúlyozni tudta.

A hengerlés közben végbemenő folyamatok helyes megfogalmazását *Celikov* és *Irosnyikov* végezték el [6].

Az üreg általános egyenlete :

$$F_x = \frac{F_0}{\frac{\ln \lambda}{m} x + 1},$$

ahol a F_0 a nyerscső keresztmetszete,
F_x a vizsgált közbenső keresztmetszet,
λ a feltételezett nyújtási együttható,
x a vizsgált keresztmetszet helye,
m az előtolás.

Ebben figyelembe vették az anyag megnyúlását is, így a hengerlési folyamat tetszőleges szakaszában az anyag elmozdulása — szerintük — megegyezik az előtolás és az előző fázisban már alakított anyag térfogatából számított megnyúlás együttes értékével.

Egyenletük pontos és a pilgerhengerlés folyamata alatt végbemenő valóságos alakváltozást adja arra az esetre, amikor a nyújtási együttható állandó.

Grüner 1950-ben közzétett munkájában az alábbi exponenciális egyenletet írta fel a fogyási kúp alakjának meghatározására [7].

$$s_x = s_0 \cdot e^{-bx},$$

ahol

$$b = \frac{\ln \frac{S_0}{S_1}}{l_a}$$

l_a = a fogyási kúp hossza.

Ezt az egyenletet arra az esetre dolgozta ki, amikor a hengerlési folyamat alatt a relatív keresztmetszetcsökkenés a fogyási kúp tengelye irányában állandó.

A legújabb munkák közül, amelyek a pilgerhenger alakjának meghatározásával foglalkoznak, meg kell említeni *Tyetyerin* munkáját, amely 1951-ben a Sztalj folyóiratban jelent meg [8]. A szerző a munkájában figyelembe vette *Celikov* és *Irosnyikov* azon korábbi megállapításait, melyek a csövek pilgerhengerlésekor végbemenő alakváltozás valóságos lefolyására vonatkoztak.

Tyetyerin a hengerek kaliberezését a hengerekre ható nyomásra alapozta, amelynek szerinte az alakítás teljes folyamata alatt állandónak kell lennie.

Mivel a hengerekre ható nyomás meghatározására szolgáló egyenlet levezetése körülményes, *Tyetyerinnek* az volt a javaslata, hogy a kaliberezést az alakváltozásra jellemző falvastagságcsökkenésre vagy a keresztmetszetcsökkenésre kell alapozni.

A fogyási kúp burkoló görbéjének meghatározására szolgáló általános egyenlete az említett megoldási nehézségek miatt csak megközelítő.

Tyetyerin általános egyenlete :

$$F_x = Ce^{-\frac{1}{V_0}\int f(x)\mathrm{d}x}$$

ahol C — integrálási állandó
V_0 — az előtolásnak megfelelő térfogat,
$f(x)$ — a fogyási kúp tengely irányú térfogatváltozásának elfogadott jellege.

Tyetyerin az egyenletei alapján meghatározott fogyási kúp határoló-görbéinek a pilgerhengerre való átszerkesztésére külön egyenleteket dolgozott ki. Egy előbbi munkájára hivatkozva, amelyben azt bizonyította, hogy nem követ el nagy hibát, ha a csúszásmentes érintkezést a pilgerhengerek kerületére helyezi át, a mozgó gördülő kört a hengerek külső átmérőjében határozta meg, az álló gördülő kört pedig a hengerlés középvonalába helyezte.

A simító szakasz

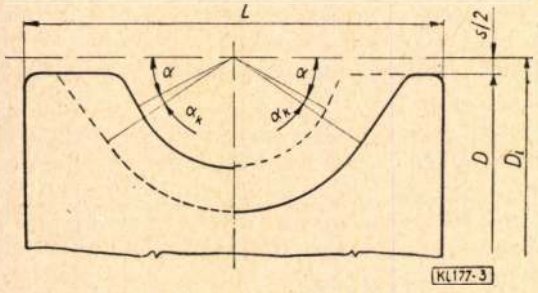
A simító szakasz fenékgörbéjére vonatkozóan az irodalomban nem találunk utalást. Általánosságban a hengerüreg fenékgörbéje ebben a szakaszban egy középponti kör.

A gyakorlatban azonban találkozunk olyan hengerrel is, így például a lengyel és a jugoszláv csőgyárakban, ahol a simító szakasz üregének fenékgörbéje kör ugyan, melynek középpontja azonban a henger forgási tengelyvonalán kívül esik (3. táblázat).

Az ilyen üregezéssel ellensúlyozni kívánják a hengerléskor ébredő változó nagyságú erők egyenlőtlen deformációs hatását.

A pilgerhenger üregének keresztmetszete

A pilgerhenger üregének keresztmetszete alapjában véve körnek felel meg, amelynek átmérője 1—1,2%-kal nagyobb a kihengerelt és lehűlt cső átmérőjénél. Ahhoz, hogy a henger pereme a cső felületét ne karcolja meg, de az anyag oldalirányú kifutását is elkerüljük, az üreget egy bizonyos szöggel nyitni szoktuk. A nyitási szög különböző. Egyes esetekben a henger teljes kerületén állandó az α szög. Korszerű hengermegmunkáló berendezéseken csőgyárakban a henger alakító szakaszában az üreg túltöltésének és ezzel a káros oldalirányú anyagkifutásnak elkerülésére korrekciót alkalmaznak, azaz az üreg nyitási szögét α_k értékkel növelik *(3. ábra)*.



3. ábra. A pilgerhenger üregének keresztmetszete

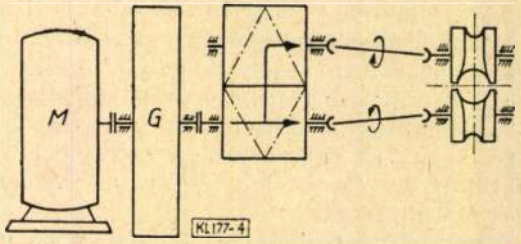
A gyakorlatban használt méreteket a 3. táblázat tartalmazza.

Az üreg nyitását rendszerint úgy korrigálják, hogy a maximális értéke a henger 0-pontjában van, ez lineárisan csökken, míg a simító szakaszban az α_k megszűnik.

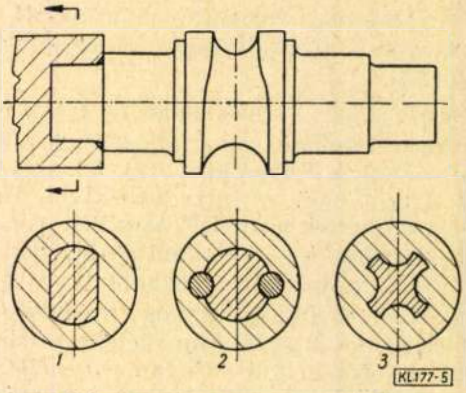
A pilgerhenger csapvégeinek kialakítása

A pilgerhenger csapjait úgy alakítják ki, hogy a hengersor kinematikai láncának többi elemeivel kapcsolódva alkalmas legyen a hengerlés közben ébredő nyomaték átvitelére *(4. ábra)*.

A gyakorlatban többféle típust használnak. Vállalatunkban a hengercsapok végeit két párhuzamos síkkal látják el és ez képezi a nyomaték átviteléhez szükséges húzólapokat *(5. ábra)*. Csehszlovákiában (Vitkovice), különösen a nagyméretű hengersoron azt a megoldást alkalmazzák, hogy a hengeresen megesztergált csapra egymással szemben, hosszirányban két hengeres fészket



4. ábra. Pilgerhengermű meghajtásának kinematikai lánca
1 sorvonó motor, 2 lendkerék, 3 pörgőfogaskerekek, 4 hajtószárak, 5 hengerek



5. ábra. Pilgerhengerek csapvégeinek kialakítása
1 csepeli, 2 vitkovici, 3 általános

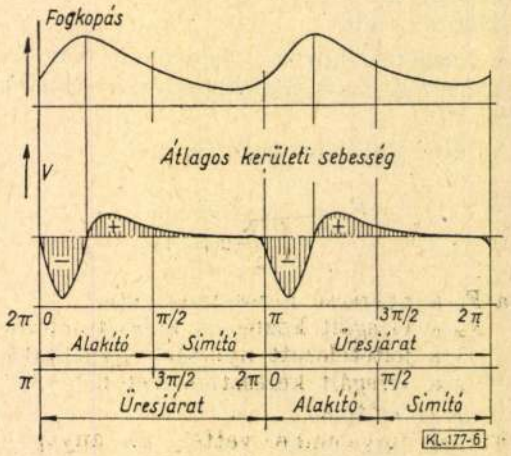
munkálnak ki. Hasonló hengeres fészek van kimunkálva a kapcsolóhüvelyben is. Összeállításkor ebbe helyezik bele a nyomatékátvitelre szolgáló hengeres testet *(6. ábra)*.

Találkozunk olyan megoldással is — és ez a leggyakoribb —, ahol a hengercsap vége a hengerművekben általánosan használt kapcsolórózsaszerűen van kiképezve.

Az első két megoldásban a hengert a pörgőkerékhez képest a kapcsolóhüvelybe két helyzetben lehet beépíteni, vagyis szereléskor a hengert 180°-kal el lehet fordítani.

Az utóbbi megoldásban a henger elforgatása a kapcsolórózsa miatt 90°-os osztással négyszeres lehetőségű.

Vizsgálataink eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy az utóbbi megoldás a célravezetőbb, minthogy a hengerműi igénybevétele szakaszos, pörgőfogaskerék fogainak kopása sem egyenletes.

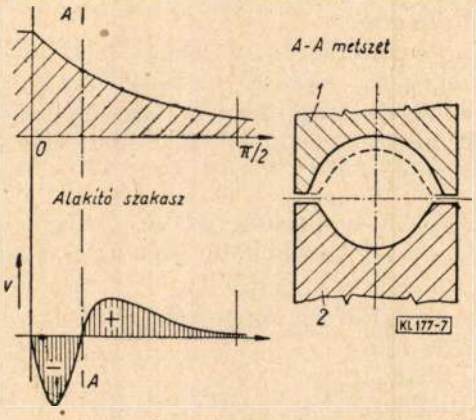


6. ábra. A felső henger kerületi sebességének ingadozása

Legkopottabb az a fog, amely egybeesik az alakítás kezdetével, vagyis a pilgerhenger *C*-pontjával, mivel ebben a helyzetben a terheletlen szakasz után hirtelen egy maximális terhelésű szakasz következik. A fogkopásokból adódóan a hajtott pörgőfogaskerék és az ehhez kapcsolódó pilgerhenger kerületi sebessége ingadozó. Eltérése a felső pörgőfogaskerék, illetve pilgerhenger kerületi sebességében tapasztalható.

A 6. ábra a fogkopások és kerületi sebességek diagramját szemlélteti a pilgerhengernek mindkét beépítési lehetőségét figyelembe véve.

A pilgerhenger üregének megtervezésekor abból a feltételből indulunk ki, hogy nemcsak a hengerek átlagos kerületi sebessége, de az egyes szakaszok pillanatnyi sebességei is azonosak. Ilyen feltétellel a hengerüreg azonos területű keresztmetszeteinek egybeesése biztosított, azaz a hengerlés ideális feltétellel megy végbe.



7. ábra. A hengerüreg keresztmetszetének találkozása, amikor az A—A helyen a pörgőfogaskerekek kopottak
1 felső henger, *2* alsó henger

Nem ez a helyzet abban az esetben, amikor a henger kerületi sebessége változó. A változás az alakító szakasz kezdetén 0-ról aránylag rövid távon maximálisra növekszik. Ez annak a következménye, hogy az egyenlőtlen fogkopások miatt a felső henger visszamarad és ezért a hengerüreg különböző területei kerülnek szembe egymással *(7. ábra)*. A hengerlés további fázisában — ahogy a fogkopások csökkennek — a felső henger előresiet, az eltérés csökken és a simító szakasz második felében a két henger kerületi sebessége ismét azonos.

Ez a jelenség az alakításban még akkor is kedvezőtlenül hat, ha egyébként a pilgerhenger alakja ideális.

Kapcsolórózsa használatakor, amikor a henger 90°-kos elforgatása lehetséges, a pörgőfogaskerék kopását egyenletesebbé lehet tenni és így a henger kerületi sebességének változása is kisebb. Ezáltal ideálisabb hengerlési körülményeket lehet biztosítani.

A pilgerhengerek tervezésekor tehát arra kell törekednünk, hogy :

a henger átmérője maximális, lehetőleg a cső-átmérőhöz tartozó optimális legyen. Ennek elérésére jó eredménnyel használható a felrakó hegesztéses módszer.

A dolgozó rész hossza lehetőleg 200—210° legyen.

Alakító és simító szakasz hosszára vonatkozóan ajánlatos azt az esetet választani, amikor az alakító szakasz rövidebb, a simító szakasz pedig hosszabb. Az ilyen hengerekkel dolgozó csőgyárakban igen nagy termelékenységet érnek el.

A henger profilgörbéjét a legújabb — helyes elméletek alapján kidolgozott — képlettel kell meghatározni.

Alkalmazni kell a kalibernyitás korrekcióját.

A henger csapvégeit kapcsolórózsa-szerűen kell kialakítani, hogy ezáltal a kinematikai lánc elemeinek kopása egyenletesebb legyen.

IRODALOM

[1] *Jemeljányenko, P. T.:* Teorija koszoj i piligrimovoj prokatki ; Metallurgizdat, Moszkva 1949.
[2] *Matvejev, J. M.—Vatkin, J. L.:* Kalibrovka valkov i insztrumenta trubnüch sztanov ; Metallurgizdat, Moszkva 1951.
[3] *Lobkowitz, G. B.:* „Über die Grundlagen zum Entwurf von Pilgerwalzwerken" Stahl und Eisen 1927. 31. sz.
[4] *Fomicsev, J. A.:* O kalirovaniu walcow pielgrizimowych Publikacje wybane z zagranicznej literatury hutnictwa zelaza i stali. Stowarzyszenie inzynierov i techników przemyslu hutniczego. Katowice 1959. október.
[5] *Jemeljányenko, P. T.:* Pilgerhengersori hengerek kaliberezésének alapelvei, Domez 1933. 10. sz.
[6] *Celikov, A. J.—Irosnyikov, A. H.:* Rokreit és Krause pilgerhengersorok kaliberezésének számítása. Stalj 1940.
[7] *Grüner, Paul:* Das Walzen von Hohlkörpern und Kalibriren von Werkzeugen zur Herstellung nahtloser Rohre. Springer-Berlin, 1959.
[8] *Tyetyerin, P. K.:* Kalibrovka valkov piligrimovüch Sztanov. Sztalj 1951. No 3.

Helytelen — **Helyes**

Ha, most elhanyagolás nélkül a teljes húzóerő egyenletét differenciáljuk μ szerint s azt egyenlővé tesszük 0-val, *kapunk ugyan* számszerű eredményt, *azonban* az *teljesen* ellentmond a gyakorlati tapasztalatoknak. — Ha most a húzóerő teljes egyenletét elhanyagolás nélkül μ szerint differenciáljuk s ezt 0-val tesszük egyenlővé, **olyan** számszerű eredményt kapunk, **amely merőben** ellentmond a gyakorlati tapasztalatoknak.

Az *alakítás jellemzője* az abból származó megnyúlás. — Az **alakítást** a belőle származó megnyúlás is **jellemzi.**

Ezzel bebizonyítottuk, hogy a *vonóerőnek* α *szerint vett szélső értéke* nem lehet, mert a méret állandóan változik s a húzószög *ezzel* lineáris. — Ezzel bebizonyítottuk, hogy a **vonóerőnek nem lehet** α **szerint vett szélső értéke**, mert a méret állandóan, a húzószög **pedig vele** lineárisan változik.

Ez feltétlenül kisebb, mint a levegőn *történő hűtésnél* a sebesség. — Ez feltétlenül kisebb, mint a levegőn **lezajló hűtés** sebessége.

Megállapítottuk, hogy *ridegtörés esetén* a hasadás a ferrit kristályon keresztül *történik* anélkül, hogy előzőleg maradó alakváltozás **létrejött volna.** — Megállapítottuk, hogy **ridegtörés beálltakor** a hasadás a ferritkristályon keresztül **halad** anélkül, hogy előzőleg maradó alakváltozás **jött volna létre.**

Az eljárás végleges kialakulásáig még sok részletfeladat *kidolgozását igényli.* — Az eljárás végleges kialakulásáig még sok részfeladat **kidolgozása szükséges.**

Ellenállásanyagok

KISS TIBOR kutatómérnök

DK 537.311.3 : 669.018.5

Az ellenállások feladata, hogy műszerekben, készülékekben, vagy egyéb villamos berendezésekben feszültségesést hozzunk velük létre, az áramerősséget szabályozzuk, vagy az áthaladó áram Joule-melegét hasznosítsuk. Anyaguk lehet fémes, keramikus, szerves, folyadék-elektrolit. Közülük csupán a fémes ellenállásanyagokkal foglalkozunk.

Felhasználás szerint ez utóbbiakat három csoportra oszthatjuk :

1. precíziós és normál ellenállások,
2. előtét és szabályozó ellenállások,
3. fűtőellenállások.

Az ellenállásanyagok kívánatos tulajdonságai

Villamos szempontból a legfontosabb követelmény a minél nagyobb ellenállás és ennek a minél kisebb hőfok tényezője, mechanikai szempontból pedig a jó alakíthatóság. A precíziós ellenállások villamos ellenállása az időtől független, a fűtőellenállások anyaga pedig hőálló legyen.

Ezeket a kívánalmakat a színfémek — a molibdén kivételével — nem elégítik ki, ezért ellenállásanyagként mindig ötvözeteket használunk. Ezek közül is csak azok jöhetnek számításba, amelyeknek a fő alkotói egymással szilárd oldatot alkotnak és nagy hőmérsékleten olvadnak.

A legjobb vezetők azok a színfémek, amelyeknek a külső elektronhéján egy szabad elektron kering. A heterogén szövetű ötvözetekben ez a tulajdonság az alkotók arányában összegeződik, míg a homogén szövetben az oldott atomok elektronszórást hoznak létre, ami az ellenállást növeli.

A nagy villamos ellenállású ötvözetek hőfoktényezője általában kicsi. Nagyobb hőmérsékleten az elektronok hőmozgásának sebessége megnövekszik, szaporodik az ütközések száma, tehát nő a villamos ellenállás is. Egyes ötvözetekben az elektroneloszlás is változik a hőmérséklettől függően és ez kiegyenlíti az ellenállás egyidejű növekedését. Ennek különösen a műszerellenállásokban van fontos szerepe.

A fűtőellenállásoktól megkívánt hőállóság azt jelenti, hogy az ötvözet nagy hőmérsékleten is szilárd legyen és a felületén a megengedett üzemi hőmérsékleteken még jól tapadó, oxigént át nem eresztő, tömör oxidréteg keletkezzék. A fűtőellenállás élettartamát elsősorban ez határozza meg.

Oxidréteg keletkezésének elmélete, max. hőmérséklet meghatározása

A fém csak akkor oxidálódik, tehát rajta oxidréteg csak akkor keletkezik, ha a fém oxidjának a disszociációs nyomása kisebb, mint az oxidáló atmoszférában levő oxigén parciális nyomása. Ez a disszociációs nyomás a hőmérséklet függvénye. Az oxidáció tehát a fémre jellemző hőmérsékleten indul meg. Az oxidréteg először csak a felület elszíneződését okozó vastagságú, később azonban mind vastagabb lesz. Ekkor az oxidálódás már nem annyira a fém és az oxigén vegyrokonságán múlik, hanem az oxigénnek és fématomoknak az oxidrétegben való diffúzióján.

A gáz és a fém diffúziójának és ettől függően az oxidációs folyamatnak a sebessége a hőmérséklettel együtt nő. Ismeretes pl., hogy a réz, vas, nikkel, ón és ólom oxidációja kisebb hőmérsékleten az idővel exponenciális összefüggésben van. Az oxidréteg vastagságának az idő függvényében beálló változását a következő differenciálhányadossal fejezhetjük ki :

$$\frac{dy}{dt} = V_o \cdot e^{-by}$$

ahol y az oxidréteg vastagsága
t az idő
V_o és b állandók.

Ez az összefüggés azt jelenti, hogy adott hőmérsékleten az oxidáció sebessége (az oxidréteg növekedési sebessége) az idő függvényében csökken. Megjegyzem, hogy a képlet vasra 330 C°-on, nikkelre 450—625 C° között, rézre 330 C°-ig érvényes.

Nagyobb hőmérsékleten az oxidáció sebessége az idővel parabolikus összefüggést mutat :

$$x^2 = Kt,$$

ahol x az oxidréteg súlynövekedése,
t az idő,
K állandó.

Az időegységben keletkezett oxid mennyisége most is folyamatosan csökken, de csak akkor, ha a keletkezett oxidréteg a fém felületére jól tapad és tömör, tehát a fajtérfogata legalább akkora, mint a fémé. Jól tapadó, tömör oxidréteget képez pl. a krómoxid (Cr_2O_3) és az alumíniumoxid (Al_2O_3), valamint a szilícium és wolfram oxidja.

A hőmérséklet növekedése azonban mindig az oxidképződés fokozódásával jár. (Az exponenciális és parabolikus összefüggések állandó hőmérsékletre vonatkoznak.) A stabilisabb oxidot alkotó ötvözőfém a felületi rétegben fokozatosan fogy és az oxidrétegben a kevésbé hőálló oxidok szaporodnak. A vastagodó oxidréteg már rosszul tapad, a legkisebb mechanikai hatásra, vagy a hőmérsékletváltozásokkal együttjáró térfogatváltozás miatt a fém felületéről könnyen leválik. Ekkor az oxidréteg már nem véd, az ötvözet hőállósága megszűnik. Tehát a fémes anyagot a rá jellemző hőmérsékletre hevíteni nem szabad!

Az izzítási hőmérsékletnek határt szab az anyag melegszilárdsága is. Az ellenállástekercs — a beépítés módjától függően — mechanikai terhelést is visel, amely többnyire az önsúlyából származik, de ehhez rázkódáskor dinamikus igénybevétel is hozzá adódhat.

Az izzítási hőmérséklet meghatározásakor figyelembe kell venni azt is, hogy legtöbbször a kemencetér, vagy a fűtőtekercs felületének hőmérsékletét mérik. A villamos energia a tekercs teljes keresztmetszetében egyenletesen alakul át hővé,

* Előadásként elhangzott az OMBKE és Csepel Vas- és Fémművek Igazgatósága által rendezett Műszeripari, Híradás- és elektrotechnikai Fémfélgyártmányok Ankétján 1964. május 7-én.

és ez csak a felületen távozik. A hő az izzó anyag belsejéből áramlik a sugárzó felület felé, tehát a belseje melegebb a felületénél.

Ha tehát a fűtőellenállás hőmérsékletét növeljük, a huzal magja a felületénél mindig melegebb lesz. A huzal mechanikai terhelhetősége, a maradó alakváltozás veszélye szab határt a felületi hőmérsékletnek. A felület által leadott maximális fajlagos sugárzási teljesítmény (watt/cm²-ben), illetve a megengedett fajlagos felületi terhelés és a kemence hőmérséklete közti összefüggést az ellenállásanyagokat gyártó üzemek rendszerint diagramban ismertetik.

A fajlagos felületi terhelésnek azonban csak az ellenállások méretezésekor van szerepe, az ellenállásanyagok használhatóságának jellemzésére és minősítésére más mérőszámokat használunk.

Az ellenállásanyagok használhatóságának jellemzői és ezek mérése

A mechanikai tulajdonságuknak itt csak másodrendű szerepük van. A szabályzó ellenállásanyagok jellemző tulajdonsága a fajlagos villamos ellenállás és ennek a hőmérsékleti tényezője, a fűtőellenállás-anyagoké a fajlagos villamos ellenállás, a legnagyobb izzítási hőmérséklet és az élettartam.

A villamos ellenállás hőfoktényezőjének mérése csak a szokásosnál sokkal pontosabb műszerekkel oldható meg, mert a precíziós műszerellenállások hőfoktényezője 10^{-5}/C° nagyságrendű.

A fűtőellenállások élettartama nagyon sok tényezőtől függ, ezért az azonos módon igénybe vett próbákon mért értéke is csak összehasonlításra alkalmas. Az azonos méretű huzaldarabokat villamos árammal 2 percig adott hőmérsékleten izzítják, majd 2 percig hűlni hagyják. Ezt az igénybevételt az oxidálódott huzal elszakadásáig ismétlik és az anyag minőségét a szakadásig eltelt idővel jellemzik. Ilyen mérés elvégzésére a Csepeli Fémműben is lehetőséget teremtettünk. A vizsgálati idő megfelelő lerövidítése érdekében a 0,8 mm átmérőjű 200 mm hosszú huzaldarabot 1100—1200 C°-on izzítják.

Ez a vizsgálati eljárás alkalmas arra is, hogy a fűtőellenállások élettartamát bármilyen atmoszférában vizsgáljuk.

A fűtőellenállások élettartama az oxidréteg vastagságának növekedésével, az oxidáció okozta súlynövekedéssel, az oxidációhoz szükséges gáz mennyiségének mérésével is jellemezhető, de a legelterjedtebb és legegyszerűbb a nálunk is használt amerikai módszer.

A Csepeli Fémmű gyártási, illetve kísérleti programjában szereplő szabályozó és mérő ellenállás-anyagok

A fontosabb ellenállásötvözetek három csoportja a következő :

1. rézalapú ötvözetek : Cu—Ni, Cu—Mn,
2. vasalapú ötvözetek: Fe–Si–Cr, Fe–Cr–Al,
3. nikkelalapú ötvözetek : NiCr, Ni—Cr—Fe.

A különböző összetételű ellenállásötvözetek felhasználási tere elég változatos. A réz-nikkel típusú RC 49 szigorúbb összetételi előírásokkal precíziós- és normál-ellenállásként, szokványos összetétellel előtét- és szabályozó-ellenállásként, 400 C°-ig fűtőellenállásként is használható, de általában a Ni—Cr ötvözetek a fűtőellenállások anyagai, de szabályzó ellenállásokat, sőt műszerellenállásokat is készítenek belőlük.

A legismertebb szabályozó ellenállásötvözet a 55% réz, 44% nikkel és 1% mangán névleges összetételű Cu—Ni ötvözet, ismertebb nevén Konstantán, melyet a Csepeli Fémmű RC 49 jelzéssel gyárt. Az ötvözet fajlagos villamos ellenállása 0,49 ohm·mm²/m. Jellemzője a kis hőfoktényező, a jó alakíthatóság és hegeszthetőség. Nagy nikkeltartalma miatt drága. A másik közismert szabályzó ellenállásanyag a kis nikkeltartalmú rézmangán-nikkel ötvözet, amelyet az Izabellen-Hütte Manganin néven hoz forgalomba. Hasonló ötvözetet a Csepeli Fémmű RC 43 jelzéssel gyárt.

Újabb irányzatot jelent a nagy fajlagos ellenállású műszerellenállások kifejlesztése, melyet elsősorban a miniatürizálás tett szükségessé.

Az elektrotechnikai iparágak számára olyan szabályzó ellenállásanyagot kell kifejleszteni, melynek ohm/kg értéke jóval nagyobb az általánosan használt anyagokénál, anélkül, hogy az egyéb tulajdonságaik (hőtényező, termofeszültség rézzel szemben stb.) romlanának. A Fémmű Kísérleti Osztályán a Konstantánnál négyszer nagyobb fajlagos ellenállású ötvözetet sikerült előállítani, melynek egyéb tulajdonságai megfelelnek a közismert Manganin nevű anyagénak.

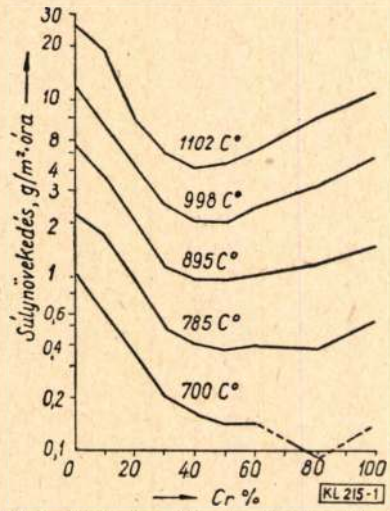
További célunk, hogy ennek az új (RM 200) ötvözetnek a hőállóságát a Konstantánéval hasonlóra növeljük.

Kevésbé igényes felhasználási területre, pl. a villanymotorok indító- és fékellenállásaihoz kiválóan alkalmas a lényegesen olcsóbb RF 50, más néven Szikrorezist. Ez olyan szilíciumos és krómos vasötvözet, amelyet a nagyobb hőmérsékleten keletkező króm- és szilíciumoxid bevonat véd a további oxidálódástól. Fajlagos villamos ellenállása 0,5 ohm·mm²/m, tényezője 0,001/C°.

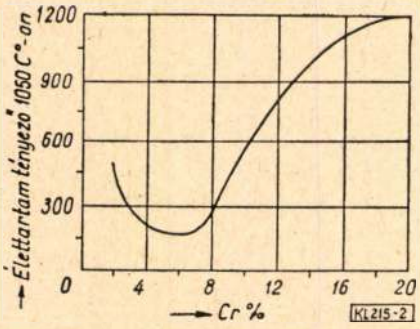
Az ötvözőelemek hatása a nikkel- és vasalapú fűtőellenállások tulajdonságaira

A nagyobb hőmérsékleten használatos ellenállásötvözetek (fűtőellenállások) legfontosabb ötvöző eleme a króm. A nikkelhez ötvözött króm hatására az oxidációval járó súlynövekedés jelentősen csökken, 40—50%-nál minimumot ér el, majd ismét lassan nőni kezd *(1. ábra)*. Különösen a nagyobb hőmérsékleteken a tiszta króm gyorsabban oxidálódik, mint a 70% nikkel,- 30% krómtartalmú ötvözet. A krómnak a tiszta Ni—Cr-ötvözetek élettartamára 1050 C°-on kifejtett hatását a *2. ábra* szemlélteti. Eszerint a 6%-nál minimálisra csökkent élettartamot a Cr-tartalom növelése (20%-ig) fokozatosan növeli. Ennél több króm a hőállóságot már alig javítja, de az ötvözet alakíthatóságát nagyon rontja. A króm nemcsak az élettartamot, hanem a fajlagos villamos ellenállást és növeli.

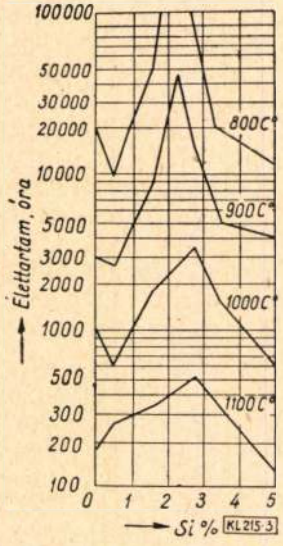
A króm a vas-króm ötvözetben is hasonló hatást fejt ki.



1. ábra. NiCr ötvözet élettartamának változása a Cr-tartalom függvényében [1]



2. ábra. NiCr ötvözet különböző hőfokon fellépő súlynövekedésnek változása a Cr-tartalom függvényében [1]



3. ábra. NiCr ötvözet hőállóságának változása a SI-tartalom függvényében

A szilícium is javítja a hőállóságot, de 3%-nál többet nem ötvözünk belőle, mert az ötvözet mechanikai tulajdonságait nagyon rontja. A Ni—Cr ötvözet élettartamára különböző hőmérsékleten kifejtett hatását a *3. ábra* szemlélteti.

A vasalapú fűtőellenállás-ötvözetekbe alumíniumot is ötvöznek, általában 5—10%-nyi mennyiségben. Ennél több alumínium az élettartamot és a mechanikai tulajdonságokat egyaránt rontja.

A ferrites vas-króm-alumínium ötvözetekhez nikkelt nem szabad ötvözni, mert az austenitképző nikkel hatására félig austenitesekké válnak és az alakíthatóságuk hidegen és melegen egyaránt romlik, anélkül, hogy az ötvözet hőállósága javulna.

A kobalt az alakíthatóság szempontjából nem hátrányos. A hőállóságra kifejtett hatása nem tisztázott. Egyes gyárak ötvöznek kobalttal is (Kanthal), mások viszont nem (pl. a Szovjetunióban).

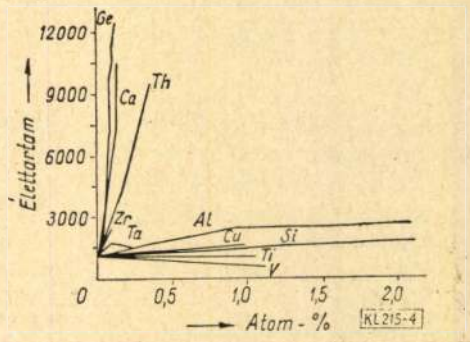
A nikkel-króm-vas csoport sokféle ötvözetet foglal magába. Vannak vasban szegény és vasban dús ötvözetfajták. Az egyébként nagyon hőálló, vasban dús ötvözetekben ugyancsak a króm, illetve ennek oxidja az, amely a hőállóságot biztosítja. A nikkel vegyrokonsága az oxigénhez kisebb, mint a vasé, tehát nem képez védő oxidréteget, csupán a mechanikai tulajdonságokat, elsősorban a melegszilárdságot és az alakíthatóságot javítja, mert a szövetet austenitessé teszi.

De nemcsak a nagy mennyiségben ötvözött elemek alakítják ki ezeknek az ötvözeteknek a kedvező tulajdonságait, elsősorban a hőállóságát. Több olyan fém, illetve elem is akad, amely 1%-nál kisebb mennyiségben is jelentősen finomítja a szövetet.

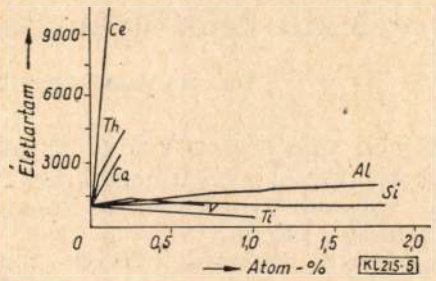
Ez a finom szövet még nagy hőmérsékleten is lassan durvul. Mivel a szennyezők a kristályhatárokon helyezkednek el és a finom szövet kristályainak a határfelülete igen nagy, az így eloszlott szennyezőknek a kristályhatárra vonatkoztatott koncentrációja kicsi, viszont a diffúziót lassító hatásuk is erőteljesebb. Ez a magyarázata annak, hogy a megfelelő mikroötvözők nemcsak az alakíthatóságot, hanem a hőállóságot is jelentősen javítják.

Meglepően erős a kalcium és a cérium hatása a 80/20-as krómnikkel-ötvözetben. 0,13—0,10%-nyi mennyiségük az élettartamot majdnem tízszeresére növeli. Ha nem is ilyen erősen, de hasonlóan hat a bárium, a stroncium és a cirkónium is. Az alumínium kevésbé, a titán egyáltalán nem hatásos. A tórium növeli, a vanádium és a réz rontja az élettartamot.

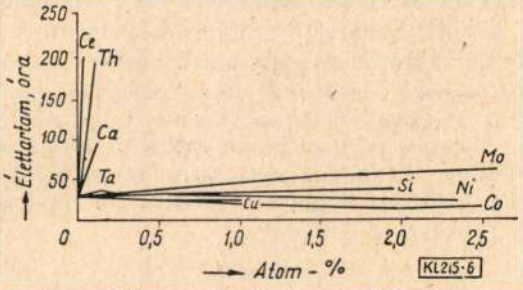
Az alkáli földfémek és a ritka földfémek, elsősorban a kalcium, a cérium és a thórium kis mennyisége nemcsak a nikkel-króm ötvözetek hőállóságát javítja, hanem hasonlóan hat a nikkel-króm-



4. ábra. Mikroötvözők hatása a NiCr 80/20 ötvözet hőállóságára [1]



5. ábra. Mikroötvözők hatása a NiCrFe ötvözet hőállóságára [1]



6. ábra. Mikroötvözők hatása a FeCrAl ötvözet hőállóságára [1]

vas és a vas-króm-alumínium ötvözetekre is. Ezeknek a mikroötvözőknek a hatásáról a *4.*, *5.* és *6. ábrák* tájékoztatnak.

A cériummal, tóriummal való ötvözés — az oxigénhez való nagy affinitásuk miatt — nem egyszerű feladat. Vákuumkemencében végrehajtott gyártáskor a levegő oxidáló hatása ki van küszöbölve, de sokkal nehézkesebb a fürdőbe való juttatásuk.

A gyártási eljárás szempontjából érdekes, hogy a vákuumkemencében való előállítás kb. 50 C°-kal növeli a krómnikkel ötvözetek hőállóságát. Természetesen a betétanyag minősége is hat az ötvözet minőségére.

A Csepeli Fémmű gyártási programjában szereplő fűtőellenállás-anyagok

Egyik csoportjuk a nikkel-alapú austenites nikkel-króm és nikkel-króm — vas ötvözetek.

Ezek 80—60—30% nikkel-, 15—20% króm-tartalommal, és 0—20—50% vastartalommal készülnek. Fajlagos villamos ellenállásuk 1,05—1,15 ohm·mm²/m, 1000—1100 C°-ig használhatók. Nevük a nikkeltartalomtól függően Nikroresist 80, Nikroresist 60, illetve Nikroresist 30.

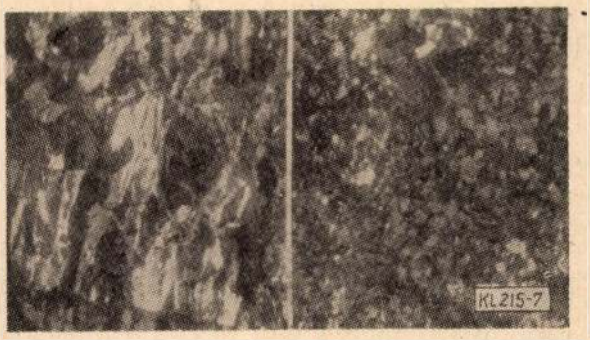
Hasonló ötvözeteket — más-más néven — valamennyi jelentősebb fűtőellenállást gyártó cég készít (Cekas , Nikrothal, Vacromium, Nichrom, Chromel).

Másik csoportjuk a vasalapú ferrites vas-króm-alumínium ötvözetek. Ezek közül a 20% krómot, 5% alumíniumot és 2—3% kobaltot tartalmazó ötvözet kísérleti gyártásával foglalkozunk. Fajlagos villamos ellenállása 1,35 ohm·mm²/m, 1150 C°-ig használható. Neve : Alkroresist 20.

Hasonló összetételű külföldi gyártmány a Kanthal, Megapyr, Fekral.

Ezeknek az anyagoknak a gyártásmódszerét kidolgoztuk, kísérleti mennyiségekben gyártottunk is ilyen összetételű huzalt és szalagot, melyet kipróbálásra különböző típusú ellenállásfűtésű kemencébe beépítettünk. Az üzemi gyártás megindulásáig a gyártás tökéletesítésével és a minőség javításával foglalkozunk.

Kísérleteket végeztünk vibrációs öntéssel is. Öntés közben a kokillát tangenciálisan rezegtettük az öntés kezdetétől a dermedés befejeztéig. A vibráció szemcsefinomító hatását a *7. ábra* szemlélteti.



7. ábra. Normál- és vibrációs öntéssel öntött FeCrAl ötvözetű tuskó töretéről készült felvétel

Az ábrán vibrációs öntéssel és anélkül öntött tuskók törete látható. Ennek a szemcsefinomodásnak a hőállóságra kifejtett hatását most vizsgáljuk.

Végül néhány szóval ki kell térnünk az egyes ötvözetek tulajdonságainak az ismertetésére is.

A króm-nikkel ötvözetek elsősorban a nagy melegszilárdságukkal tűnnek ki. Feldolgozott állapotban lágyabbak, könnyebben hajlíthatók, tekercselhetők. Austenites szövetük miatt nem mágnesezhetők. Hátrányuk, hogy fajlagos villamos ellenállásuk kisebb, hőmérsékleti tényezőjük viszont nagyobb. Kénre, illetve kénes atmoszférára érzékenyek, nikkelszulfid alakjában ként vesznek fel. Ez a nikkeloxiddal kis hőmérsékleten olvadó eutektikumot alkot, amely behatol a kristályok közé és az ötvözetet törékennyé teszi. A vasban dús krómnikkel-vas-ötvözetek (pl. a Nikroresist 30) kénre kevésbé érzékenyek.

A vas-króm-alumínium ötvözetek előnye a nagyobb fajlagos villamos ellenállás, a kisebb fajsúly, vagyis a kisebb ohm/kg érték. Az anyaguk is olcsóbb és a kénre sem érzékenyek. Kisebb a melegszilárdságuk és rosszabbul alakíthatók. Nehezebben hegeszthetők, használat közben bizonyos mértékig ridegednek. A nitrogénes atmoszférára érzékenyek (alumínium-nitrid keletkezik).

A fűtőellenállások hőállóságot a felületükön keletkezett jól tapadó oxidréteg biztosítja. Ezért különösen fontos, hogy az új fűtőelemeket a felhasználás előtt oxidáló atmoszférában izzítsuk és így az oxidréteg a felületükön létrejöhessen. Üzem közben pedig ügyelni kell arra, hogy ez a védőréteg se mechanikai, se kémiai sérülést ne szenvedjen.

IRODALOM

[1] *Hessenbruch, W.:* Metalle und Legierungen für hohe Temperaturen (Springer 1940).
[2] *Deniflée Sándor:* Nagy hőállóságú fémötvözetek, mint fűtőellenállásanyagok (Mérnöki Továbbképző).
[3] *Wahle, O.:* Eisen-Chrom-Aluminium Legierungen als Heizletier (Neue Hütte 1963. IX.).
[4] Heizleiter-Handbuch 1954.
[5] Kanthal-, Nikrothal kézikönyv.

A koksz szilárdságának szerepe a nagyolvasztó égésfolyamataiban

HOLLÓ TIBORNÉ

DK 669.162.1 : 539.217 : 662.6

Irodalmi áttekintés

A nagyolvasztóüzemek egyik gyakorlati megfigyelése értelmében a kohókoksz szilárdsága és reakcióképessége között fordított arány áll fenn, vagyis a nagyolvasztóba adagolt koksz szilárdságának növekedésével reakcióképessége általában csökken.

A kohójárat számára a nagyszilárdságú és nem túlságosan reakcióképes koksz a megfelelő. A fúvókaszintben ugyanis még kis reakcióképességű koksz elégése is a nagy reakciósebesség miatt a forró levegővel gyorsan megy végbe ; az aknában pedig a kokszfogyasztás csökkentése szempontjából célszerű, ha az energiafogyasztással járó Boudouard-reakció minél kisebb mértékben következik be.

A szilárdság és reakcióképesség összefüggésének lényegére vonatkozó elméleti vizsgálatokat eddig még nem végeztek, sőt a kokszvizsgálati kutatások eddigi eredményei alapján a koksznak a szokásos módszerekkel mért szilárdsága csak kevéssé hat a reakcióképességre.

Ha reakcióképességnek az általánosan elfogadott szóhasználat értelmében a koksznak reagáló képességét CO_2-vel nevezzük, akkor az irodalom tanúsága szerint a jelenlegi felfogás alapján a reakcióképességet elsősorban az alábbi tényezők befolyásolják [1]:

1. szerkezeti és anyagi tényezők : grafitosodás mértéke, hamuösszetétel, illóanyag-tartalom,

2. fizikai tulajdonságok : a felület nagysága (fajlagos felület), pórustérfogat, gázáteresztőképesség.

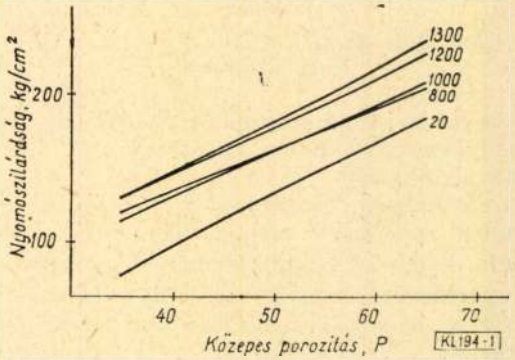
Ezeknek a tényezőknek a hatása mind minőségileg, mind mennyiségileg még kevéssé tisztázott, sőt az alapfogalmak között is találunk ellentmondásokat. Pl. a reakcióban részvevő felület meghatározásához egyesek figyelembe veszik a darab felületét és a hozzá közel fekvő szabad pórusfelületet ; mások nem az egész szabad pórusfelületet tartják mértékadónak, hanem az adszorpcióméréssel meghatározott fajlagos vagy aktív felületet, ami a grafitosodás előrehaladásával csökken. Ismét másik nézet szerint a reakcióképesség szempontjából nem a pórusfelület a döntő, mivel a pórusok nagy része kifelé zárt, tehát a gáz számára nem hozzáférhető rendszert alkot, hanem a permeabilitás, amit a kifelé nyitott pórusokon az időegységben áteresztett gáz mennyisége határoz meg.

A porozitás és reakcióképesség kapcsolatának vizsgálata

A probléma megfogalmazása

A kokszszilárdság és reakcióképesség összefüggésére vonatkozólag a fentiek értelmében valószínű az a feltevés, hogy a durva pórusos koksz permeabilitása és így reakcióképessége is nagyobb, mint a tömör, apró pórusos kokszé. Ennek alapján a durvapórusos, kis szilárdságú koksz reakcióképessége nagyobb lenne, mint a finompórusos nagy szilárdságú kokszé.

A kohókoksz nyomószilárdságára vonatkozó vizsgálataink folyamán ennek a problémának a tisztázásával is foglalkoztunk. Előző méréseink értelmében a koksz porozitása és nyomószilárdsága között lineáris összefüggést ismertünk fel, amelynek keretében a nyomószilárdság értéke a pórusosságra jellemző P növekedésével emelkedett. A P növekedése azt jelenti, hogy az illető koksz közepes pórusmértéke csökken. Mivel ezzel egyidejűleg általában az összes porozitás D *(1. ábra)* is csökken, a nagy P érték a finompórusos, tömör kokszra jellemző.[1]



1. ábra. Kohókoksz nyomószilárdságának változása a közepes porozitás és hőmérséklet függvényében

Fenti feltevésünk értelmében a koksz nyomószilárdsága és reakcióképessége közti összefüggés a nyomószilárdság — porozitás — fajlagos felület — reakcióképesség tényezők szoros kapcsolata révén jön létre. Az első két tényező összefüggését előző méréseink már tisztázták, a feltevés bizonyítására tehát a következő kérdésekre kellett választ keresnünk :

1. A porozitás-változás mennyiben nyilvánul meg a kifelé nyitott pórusrendszer, tehát a fajlagos felület mérhető értékében?

2. Ki lehet-e mutatni összefüggést a fajlagos felület és a reakcióképesség változása között?

[1] szövegben szereplő D és P értékek definíciója Grosskonsky : Handbuch des Kokereiwesens, I. kötet. 377. oldal szerint :

D kokszsűrűség, amelynek nagyságát mikroszkópos módszerekkel kimért kokszfelületen talált sejtfal- és pórusmennyiség hányadosa adja meg.

P közepes porozitás, melyet mikroszkópos módszerekkel kapott póruseloszlás-adatokból a következőképpen lehet kiszámítani :

Pórusméret	Kokszcsiszolaton talált %-os mennyiség	Kumulatív %-os mennyiség
—0,1 mm	25,4	25,4
0,1—0,2 mm	27,0	52,4
0,2—0,5 mm	26,9	79,3
0,5—1,0 mm	20,7	100,0
+1,0 mm	—	—
	100,0	257,1

$$P = \frac{257,1}{4} = 64,3$$

A mérések

Az *1.* kérdés megoldása kapcsán olyan eljárást dolgoztunk ki a kifelé nyitott pórusrendszer felületének meghatározására, amely a finom porok fajlagos felületének mérésekor használatos Blaine-eljáráson alapszik. A Blaine-eljárásban az ismert fajsúlyú por mért mennyiségét meghatározott térfogatú patronná sajtoljuk és megmérjük ismert térfogatú levegő áthaladási idejét ezen a patronon adott nyomáskülönbségen. Koksz belső felületének, tehát permeabilitásának meghatározására ezt az eljárást úgy használtuk fel, hogy a kokszdarabból, illetve makrorepedésmentes részéből csiszolókorongon 13 mm átmérőjű hengereket készítettünk és ezeket megfelelően tömítve gumicsőbe helyeztük, majd a gumicsövet ráhúztuk a Blaine-készülék mérő feltétjére. Így a nyomáskülönbség hatására a levegő a kokszhengeren bizonyos idő alatt átáramlott és a mért időtartamból kiszámítottuk a kifelé nyitott pórusrendszer fajlagos felületét a Carman-képlet alapján kialakított alábbi képlettel :

$$F = \frac{14}{\varrho(1-\varepsilon)}\sqrt{\frac{\varepsilon^3 APT}{\eta VL}}$$

ahol A a próbatest homlokfelülete, a 13 mm átmérőjű hengerre 1,325 cm^2

F a fajlagos felület cm^2/g

L a próbatest hossza, cm

P a mérés folyamán uralkodó átlagos nyomáskülönbség készülékállandó, g/cm^2 jelen esetben 2,2kp/cm^2,

T a mért áthaladási idő, s

V az áthaladt levegőmennyiség, készülékállandó, jelen esetben 1,69 cm^3,

ε a koksz porozitása (a próbatest súlyából és térfogatából számítható)

η a levegő viszkozitása, 0,00018 centipoise

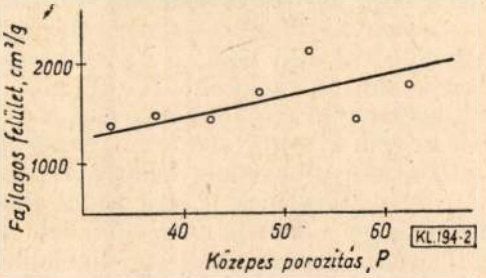
ϱ a koksz fajsúlya, g/cm^3

A kb. 300 mérési adatot matematikai-statisztikai módszerekkel feldolgozva a P kokszsűrűség és a fajlagos felület kapcsolatára az alábbi lineáris összefüggést nyertük :

$$F' = 717 + 18{,}5\,P$$

Az eredmények értékelése

Ez az összefüggés *(2. ábra)* azt mutatja, hogy a koksz pórusrendszerének a környezet felé nyitott része a kis sűrűségű, tehát kis szilárdságú kokszra nem nagyobb, hanem éppen ellenkezőleg, valamivel kisebb felületű, mint nagy sűrűségű, tehát nagyobb szilárdságú kokszra.



2. ábra. Kohókoksz fajlagos felülete és közepes porozitása közti összefüggés

Hogy ezt megértsük, arra kell gondolnunk hogy a pórusok átmérőjének bizonyos arányú csökkenésével változatlan pórustérfogatra számolva a pórusfelület azonos arányban nő. (Ha az átlagos pórusméret 1 mm-ről 0,1 mm-re csökken, változatlan pórustérfogattal a felület 10-szeres lesz). A P növekedésével párhuzamosan ugyan a pórustérfogat is csökken, de ez a csökkenés nyilván nem olyan mértékű, hogy a pórusfinomodás felületnövelő hatását ellensúlyozza. Végeredményben tehát a P növekedésével a fajlagos felület növekedését észleljük.

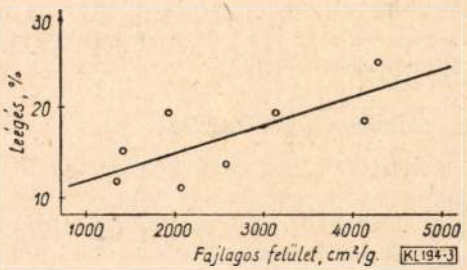
A 2. ábrán bemutatott összefüggés szorossá gára jellemző korrelációs együttható értéke :

$$r = 0{,}067,$$

vagyis a korreláció nagyon laza.

Így az *1.* kérdésre válaszolva megállapíthatjuk, hogy a kohókoksz porozitásának változása a fajlagos felületre kis hatással van, illetve a kis korrelációs együttható úgy értelmezhető, hogy a pórusrendszer felületét sok más tényező is befolyásolja.

A 2. kérdéssel kapcsolatban — annak megállapítására, hogy a fajlagos felület változása előidézi-e a reakcióképességnek valamilyen irányú változását — több kísérletet végeztünk a következő módon :



3. ábra. Kohókoksz égési súlyveszteségének alakulása a fajlagos felület függvényében

A permeabilitásmérésre felhasznált hengeralakú próbatesteket, amelyek fajlagos felületét ismertük, levegőn 900 C°-on 20 percig hőkezeltük és megmértük a leégés által okozott súlyveszteséget. A súlycsökkenést a fajlagos felület függvényében ábrázolva azt látjuk *(3. ábra)*, hogy a fajlagos felület (vagyis a kifelé nyitott pórusrendszer felületének) növekedésével a súlyveszteség (vagyis a leégés mértéke) is nő ; tehát itt a kapcsolat valóban kimutatható.

A fentieket összefoglalva viszont azt kell mondanunk, hogy a feltételezett *nyomószilárdság — porozitás — fajlagos felület — reakcióképesség* összefüggés kísérletileg nem igazolható, éspedig azért, mert a koksz porozitása és fajlagos felülete közti kapcsolat igen laza.

A kohókoksz szilárdsága és reakcióképessége közt tapasztalt fordított arányosságot nyilván valamilyen más tényező idézi elő, ami csak az égésfolyamat alaposabb vizsgálatával deríthető fel.

A kohókoksz oxidációs jelenségeinek helyhezkötöttsége

A vizsgálati módszer

A kohókoksz és az O_2, illetve a CO_2 közt lejátszódó reakciók tisztázásakor elsősorban a reakciófelület alaki viszonyainak hatásaival foglalkoztunk.

Kísérleti módszerünk a következő volt: egyenletes mikroszerkezetű és mikroszkópi kiméréssel meghatározott sűrűségű kisebb kokszdarabokból próbatestpárokat készítettünk oly módon, hogy a kokszdarab egyik feléből kb. 2 cm élhosszúságú kockát köszörüléssel készítettünk, a másik felét 0,1 mm alatti szemnagyságra törve kötőanyag nélkül briketteztük. Ily módon két, kb. azonos fajlagos felületű próbatestet nyertünk (a 0,1 mm-nél kisebb szemnagyságú kokszpor fajlagos felülete a Blaine-készülékben lemérve 1500 cm^2/g, ami régebbi méréseink alapján kb. megfelel a kokszra várható átlagos értéknek).

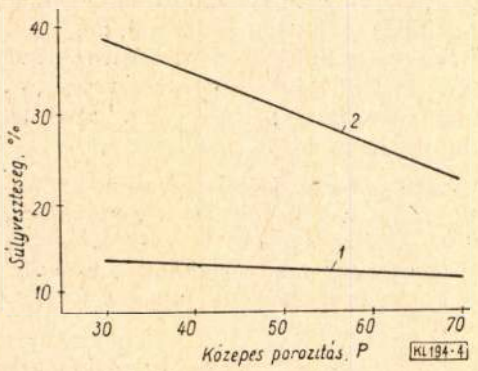
Ezeket a mintapárokat lassú levegőáramban 900 C°-on 20 percig hőkezeltük és a darabok súlycsökkenését megmértük. A méréseket 30 különféle sűrűségű kokszmintán végeztük el. Hasonló hőkezeléseket végeztünk ugyanilyen mintapárokkal lassú CO_2-áramban 1000 C°-on 1 óráig. A nagyobb hőmérsékletet és hosszabb időtartamot azért választottuk, hogy mérhető súlycsökkenést kapjunk, ugyanis ez a $C + CO_2$ reakció kisebb sebessége miatt 900 C°-on 20 perc alatt nem jöhet létre. CO_2-áramban is 30 mintát vizsgáltunk. Az egy mintapárhoz tartozó kockát és brikettet mindegyik esetben egyszerre hőkezeltük.

Az eredmények értelmezése

A statisztikai módszerekkel kiértékelt mérési eredményeket a kokszsűrűség függvényében a *4.* és *5. ábrák* mutatják. A diagramok alapján a következő, igen érdekes megállapításokat tehetjük:

Mindkét ábrán a kokszbrikett súlyveszteségét feltüntető egyenes majdnem párhuzamos az abszcisszával, vagyis a súlyveszteség a sűrűséggel nem változik számottevő mértékben.

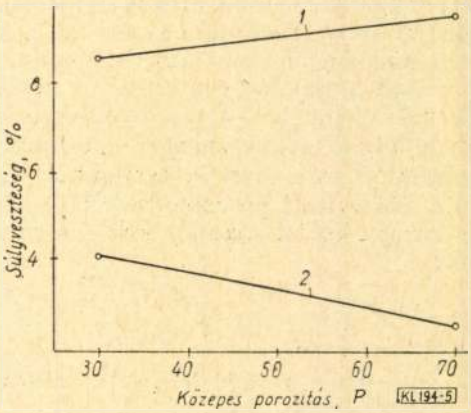
Levegőn való hőkezeléskor a kokszkocka súlyvesztesége annál nagyobb, minél ritkább a koksz, tehát minél több a nagy pórus. A kísérletben előforduló legritkábbaktól a legtömörebb kokszminták felé a súlycsökkenés kb. 40%-kal lesz kevesebb. A kocka súlyveszteségének abszolút értéke két-háromszorosa a brikett súlyveszteségének.



4. ábra. Tömör kokszdarabból vágott kocka és kokszporból sajtolt brikett égési súlyvesztesége a közepes porozitás függvényében

Hőkezelési légkör: levegő, *1* brikett, *2* kocka

CO_2-ben végzett hőkezeléskor a kokszkocka súlyveszteségének egyenese szintén a nagyobb kokszsűrűségek felé lejt és a két szélső érték közti százalékos eltérés is kb. azonos. A kocka-súlyveszteségek abszolút értéke azonban ebben az esetben jóval kisebb, mint a brikett-súlyveszteségeké, ugyanis ennek csupán kb. $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$-a.



5. ábra. Tömör kokszdarabból vágott kocka és kokszporból sajtolt brikett égési súlyvesztesége a közepes porozitás függvényében

Hőkezelési légkör: CO_2, *1* brikett, *2* kocka

Az égésfolyamat ezekben a mintákban vékony felületi rétegben ment végbe, miközben az eredeti kokszszerkezet változatlan maradt. A briketteken mért kb. állandó súlyveszteség azt tükrözi, hogy e minták égésekor a képződött felületi vékony rétegben egyenletes méretű felület alakult ki, ami kb. azonos átmérőjű, meglehetősen apró pórusokból áll. A reakcióban szereplő gázkomponens ezért minden esetben azonos mennyiségben tud reagálni a szilárd koksszal.

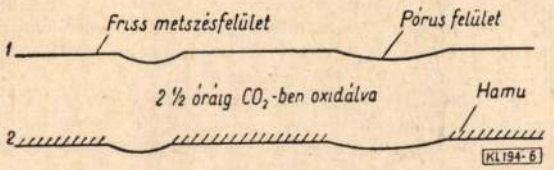
A kockaalakú próbatestekben a kis sűrűségű próbatesteken található nagyméretű pórusok elősegítik a reakció lejátszódását. Ez főleg jelentős mértékben a levegőn égetett próbatesten figyelhető meg, de a CO_2-ben hőkezelt kockára is fennáll. Ilyen értelemben tehát a koksz kétféle oxidációs reakciója hasonlóan, bár különböző nagyságrendben játszódik le.

Azonban a levegőn, illetve CO_2-ben lejátszódó reakció különböző sebességével nem magyarázható az a tény, hogy a kokszkockák súlyvesztesége levegőn — abszolút értékben — a megfelelő briketténél nagyobb, CO_2-ben pedig — szintén abszolút értékben — annál jóval kisebb. Ha ugyanis a reakciósebességek eltérő értéke szabja meg a CO_2-ben hőkezelt kockák kis súlyveszteségét, akkor ugyanilyen mértékben csökkennie kellene a megfelelő brikett súlyveszteségének is. Ha pedig abból indulunk ki, hogy a kétféle atmoszférában reagáló kokszbrikettek súlyvesztesége nagyságrendileg hasonló, akkor ennek a hasonlóságnak a kockákkal is meg kellene nyilvánulnia.

Az égésfolyamat mikroszkópi vizsgálata

A látszólagos ellentmondás felderítésére lehetőséget nyújtott a hőkezelt próbatestek mikroszkópos vizsgálata. A CO_2-ben égetett próbatestek felületén a csekély súlyveszteségnek megfelelően csak kevés hamuképződés mutatkozott és ezalatt az eredeti kokszszerkezet jól volt látható. A mikroszkópos vizsgálat a következő érdekes tényt derítette fel:

A köszörüléssel készült kocka felületén az oxidációs reakció nem egyenletesen ment végbe, hanem az égés és ezzel a hamukiválás is elsősorban azokon a felületeken következett be, amelyek a köszörülés folyamán frissen képződtek. Ezek mellett az eredeti pórusfelületeken azonos időtartamú hőkezelés után hamuképződés alig figyelhető meg. A binokuláris mikroszkópban látott képet a *6. ábrán* bemutatott sematikus rajz tükrözi vissza.



6. ábra. Friss kokszfelület oxidációjának vázlata
1 oxidáció előtt, 2 2½ óráig CO_2-ben oxidálva

Az ábra vonala egy köszörüléskor átmetszett tömör kokszrészecskét ábrázol, melynek felületén sekély bemélyedés alakjában két pórusfelület részlete is látható. A mikroszkóp alatt a kétféle felület jól megkülönböztethető egymástól: a pórusfelület polírozott fémhez hasonlóan csillog, teljesen simának látszik, a frissen elmetszett felület pedig durvább szerkezetű. A 2. vonal ugyanezt a felületmetszetet oxidáció után mutatja: friss metszésfelületen látható a visszamaradt hamuréteg, a pórusfelületek érintetlenek. Hosszabb (1 órán túlmenő) hőkezeléskor a két féle felület különbsége fokozatosan eltűnik, a pórusfelület oxidációja folytán a pórusfalak átlyukadnak. Az oxidáció első félórájában azonban a felületeknek ez a különböző aktivitása élesen szembetűnik.

Az aktív felület fogalma

Így azt mondhatjuk, hogy a koksz CO_2-ben való oxidációjakor az aktív felület fogalmát nem azonosíthatjuk a permeabilitásméréssel meghatározott pórusfelülettel; az aktív felület fogalmának sokkal inkább megfelel a koksz felületén törés, kopás stb. révén képződő friss törésfelület, mivel az a felület az oxidáció folyamán valóban nagyobb aktivitást mutat a gázzal szemben, mint az azonos felületi rétegben előforduló eredeti pórusfelület. Ennek az új értelmezésnek az alapján meg tudjuk magyarázni a hőkezelési kísérletekben észlelt látszólagos ellentmondást is, mégpedig a következő módon.

A kokszbrikettek felületi rétegében a reagáló felület gyakorlatilag teljes egészében friss törésfelület (a finom porítás következtében). Ezért itt a reakció a kokszsűrűségtől függetlenül egyenletesen játszódik le. Levegőn végbemenő hőkezeléskor az oxidáció nagy sebességgel játszódik le, a felületek aktivitáskülönbsége nem játszik nagy szerepet, az oxigén a nagyobb pórusokba behatolva a felületükön is reagál. A CO_2-ben végzett kisebb reakcióképességű hőkezeléskor azonban a felületi aktivitás a reakciósebességet erősen megváltoztatja. A kocka felületén lényegesen kevesebb az aktív felület, mint a brikett felületi rétegében; ezért a kocka súlyvesztesége abszolút értékben jóval kisebb.

Az aktív felület szerepe a koksz égésfolyamatában

A friss metszésfelület és az eredeti pórusfelület különböző aktivitása a CO_2-vel szemben azzal magyarázható, hogy az eredeti pórusfelület a lágy anyagból kokszoláskor a gázok nyomásának hatására képződik, tehát sima, egyenletes felület, míg a köszörüléssel vagy kopással keletkező felület egyenlőtlen, érdes. Természetesen az ilyen felületen, a sok apró csúcson a heterogén reakció könnyebben indul meg. Az idő folyamán a pórusfelületen is elkezdődik a reakció és a pórusfelület durvulásával természetesen fokozott mértékben játszódik le ezen a felületen is. Ha tehát mintegy statikusan vizsgáljuk egy kokszdarab CO_2-vel való reakcióját, akkor bizonyos idő eltelte után az aktív és nem aktív felület közti különbség megszűnik, a kísérleti berendezésben nyugalomban levő kokszdarab minden felülete aktívvá válik.

A nagyolvasztóban azonban a koksz égésfolyamatai nem statikusan mennek végbe. Az aknában lefelé haladó egyes kokszdarabok nemcsak az égés folytán veszítenek térfogatukból, hanem elsősorban kopás és morzsolódás folytán. Vagyis, míg az előbbi kísérleti berendezésben a koksz összes (aktív és passzív) felülete a kísérlet kezdetén adott és a kísérlet folyamán ugyan egyenletesen aktiválódik, de egyenletesen fogy is, a gyakorlatban (a nagyolvasztóban) az eredeti (aktív és passzív) felület összege egy darabra vonatkozólag az aktív friss törésfelületek állandó képződése következtében nagyobbodik. A nagyolvasztóban tehát az aktív és passzív kokszfelületek viszonya állandóan nő és így az aktív felületek a koksz égése során fontos szerephez jutnak.

Az aktív felületnek ezzel az értelmezésével most már logikailag helytállóan le lehet vezetni a koksz szilárdsága és reakcióképessége között észlelt összefüggést. A koksz szilárdsága ugyanis a nagyolvasztó aknájában megszabja a keletkezett törmelék mennyiségét. Nagyobb szilárdságú kokszból kevesebb morzsolódik le az aknában való lehaladás folyamán és így kevesebb friss törésfelület is képződik, ez pedig egyértelmű a kisebb reakcióképességgel. Kis szilárdságú kokszszal fordított a helyzet: a szétmorzsolódás növeli az aktív felületet és így a reakcióképességet. A koksz nyomószilárdságát és a reakcióképességét tehát a következő logikai gondolatsorral köthetjük össze: *nyomószilárdság—aktív felület—reakcióképesség.*

Vizsgálati eredményeink arra mutatnak, hogy a koksz reakcióképességének meghatározására eddig kidolgozott, mechanikai igénybevétel szempontjából statikusnak mondható eljárások nem közelítik meg eléggé a valóságos folyamat lényegét.

Minden anyagvizsgálati eljárás olyan mértékben hasznos a gyakorlat számára, amennyiben a valóságos igénybevételt reprodukálni tudja, vagyis az anyagvizsgálati módszernek a gyártási vagy felhasználási folyamat modelljének kell lennie, amely a folyamat minden döntő tényezőjét a megfelelő arányban összehangolva tartalmazza. Ebből a felismerésből kiindulva születtek meg a kohókoksz fizikai vizsgálata terén a különböző „meleg" vizsgálati módszerek, amelyek a mechanikai igénybevételt és a nagy hőmérsékleti igénybevételt egyesítik. A reakcióképességet mérő eljárások viszont mindeddig nem vették figyelembe a mechanikai igénybevétel szerepét az égés folyamán s így csak mintegy leszűkített és némileg torzított képet adnak a kohókoksz égésfolyamatáról.

A kohókoksz égésfolyamatainak és egyáltalában a kohóban való felhasználhatóságának behatóbb üzemi vizsgálatára olyan eljárásokat kell kidolgozni, amelyek az eddig csak külön-külön figyelembevett tényezőket, a mechanikai igénybevételt, a nagy hőmérsékletet és az égésfolyamatot egyesítik, tehát helyesen megválasztott jellemzőkkel legalább közelítőleg hű képet adnak a kohókoksz minőségéről.

IRODALOM

[1] *Grosskinsky O.:* Handbuch des Kokereiwesens. Düsseldorf, 1955.

Egyesületi hírek

Dipl. Ing. *Ernst Junker*, a Kölsch—Fölzer Werk igazgatója 1964. szept. 2-án előadást tartott a

„kohótorokban való anyagelosztás szabályozása"

címen.

Bevezetőjében gyáruk profilját ismertette. Majd képekben bemutatta a különböző anyag-feladó szerkezeteket, amelyek közül különösen a finnországi nagyolvasztók szalagadagolása keltett figyelmet.

Végig vonultatta a különböző, általuk gyártott torokzárak képeit is, hogy fejlődésükön keresztül még inkább hangsúlyozza az előadás fő témáját.

Az anyagoszlop keresztmetszetében az egyenletes anyagelosztást rögzített helyzetű torokvédő-gyűrűvel és ütközőkkel biztosítani nem tudták. Helyettük állítható páncélgyűrűt javasolnak. Ilyen megoldást már három nagyolvasztóban meg is valósítottak (NSZK, Ausztria) és hatásukra a kokszfogyasztás jelentős mértékben megjavult.

Wetzlar-ban már három éve dolgozik ilyen szerkezet — meghibásodás nélkül — s közönséges nyersvas termelésekor több mint 100 kg/t kokszfogyasztás csökkenést értek el.

További nagyolvasztókban is folyamatban vannak állítható páncélok beszerelései, amelyek közül az Ilseder-i nagyolvasztó elosztószerkezetének 1 : 10 léptékű modelljét módunkban volt előadás közben látni.

Az élénk érdeklődést kiváltó előadást vita követte, amelynek során a berendezés szerkezetei, főbb jellemzői ismertté váltak, s a tartósságára vonatkozóan is megnyugtató választ kaptunk.

Igen értékes megoldásokat adott az előadó egyéb nagyolvasztó szerkezet kialakítására vonatkozóan is, amiket mi is hasznosíthatunk.

Az előadáson mintegy 25 tag vett rész. (A szerkezetet és gazdaságosságát, a kísérleteket és a kialakult vitákat tartalmazó cikk a Stahl und Eisen egyik legközelebbi számában fog megjelenni.)

Mácsay József

A Vaskohászati Szakosztály vezetősége szept. 11-én vezetőségi ülést tartott. Az ülésen résztvettek *Pilter Pál* szakosztályi elnök, *Szeless László* szakosztályi alelnök, *Gruber Imre* szakosztályi titkár, *Árkos Frigyes*, *Felföldi Zoltán*, *Kemény Kornél*, *Kondoray Egon*, *Mácsay József*, *Nagy Zoltán*, *Nagyenyedi József*, *Szőke László*, *Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Turcsányi István*, *Ujlaki Tamás* meghívott egyesületi tagok, *Horváth Gyula* a csepeli, *Zitterbarth Edit* a magnezitipari, *Kovács Dezső* és *Sztehlik László* az LKM-i, *Tömpe Zoltán* a Dec. 4. Drótgyár-i csoporttitkára.

Pilter Pál elnök üdvözölte a megjelenteket, főként a meghívott vendégeket, és megnyitotta az ülést.

Elsőnek *Turcsányi István* számolt be a nov. 24—26-án Dunaújvárosban megrendezésre kerülő kohászati automatizálási konferenciáról és az ott tartandó előadásokról. A konferencia szervezésében lelkesen segítik őt *dr. Zimányi Viktor* és *Asztalos* egyesületi tagok. *Gruber Imre* és *Kemény Kornél* hozzászólása után *Pilter Pál* elnök a vezetőség nevében a szervezés jó haladását örömmel vette tudomásul.

A második napirendi pontként *Tömpe Zoltán* jelentette be, hogy a Dec. 4. Drótművekben a Vaskohászati szakosztály egy csoportja van szervezés alatt. A csoport működését *Imre Ferenc* igazgató lelkesen támogatja. Egyúttal a szakosztály vezetőségétől támogatást kért a szervezésben és a csoport egyesületi életének megindításához. A szervezéssel kapcsolatban *Felföldi Zoltán*, *Gruber Imre*, *Szeless László*, *Árkos Frigyes* értékes gondolatokat vetettek fel. *Pilter Pál* elnök kérésére mind *Nagyenyedi József*, mind *Kovács Dezső* elvállalta, hogy a szervezésben s a csoportmunka megindításában szívesen nyújtanak segítséget.

Harmadik napirendi pontban *Ujlaki Tamás* ismertette a Balatonszéplakon immár hagyományos konferenciának lefolyását, amelyet az egyesület üzemszervezési és közgazdasági tagozata rendezett. Kilenc igen értékes előadás hangzott el, melyek a legidőszerűbb problémákat tárgyalták. Az előadások anyaga összeszedés alatt van. A Kohászati Lapok szerkesztő bizottságának fogja átadni annak eldöntésére, hogy melyik kerül dolgozatként a Kohászati Lapokba, s melyiket fogja a Dunai Vasmű lapja leközölni. Az ismertetéshez *Pilter Pál* elnök, *Mácsay József*, *Nagy Zoltán*, *Kovács Dezső* szóltak hozzá.

Egyebek cím alatt *Mácsay József* ismertette a Csehszlovákiába induló kohógépész tagozat tanulmányúti tervét és helyzetét. Ezután *Nagyenyedi József* tájékoztatta a Vezetőséget az OMBKE és a GTE közös rendezése alatt álló nagyfolyáshatárú hegeszthető szerkezeti acélok kísérleti, gyártási és felhasználási kérdéseit tárgyalandó rendezvényről, mely előreláthatólag ez év dec. 8—9-én lesz. Ezután *Sztehlik László* bejelentette, hogy Pilzenből egy 38 fős csoport volt az egyesület diósgyőri csoportja rendezésében az LKM-ben.

Gruber Imre szakosztályi titkár a következőkről tájékoztatta a Vezetőséget: A mérnök és technikus képzés kohászati részének tervei. A szervezés alatt álló nagyrendezvények, konferenciák (kovács kongresszus, tűzálló konferencia, metallurgus konferencia, salgótarjáni hidegalakítási ankét).

A munkabizottságok munkájának ismertetése után a jelentkező új tagok felülvizsgálata következett s 41 új jelentkező felvételét fogadta el a Vezetőség.

Á. F.

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztályának Csepel-i Csoportja szeptember hó 18-án 15 órakor a Fémmű Igazgatóság Nagytanácstermében összejövetelt rendezett, és azon *Tóth Ferenc* kutatómérnök előadást tartott a „Hőkezelésekhez használatos nemesgázatmoszférák előállítása" című tárgykörből. Az előadáshoz *dr. Stefán Mihály* és *Kiss Tibor* szóltak hozzá. Kb. 22 fő hallgatta meg az előadást. *Krétai József*

Új módszer vékonyszárú gazdaságos L-szelvények üregezésére*

PÓKOS ISTVÁN tud. munkatárs, Vasipari Kutató Intézet

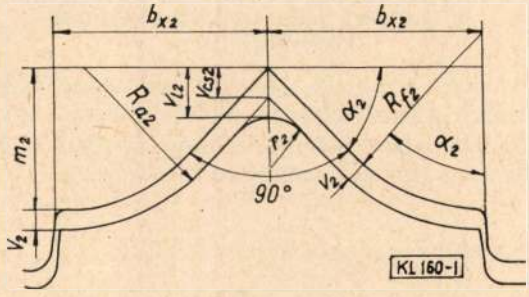
DK 621. 919. 001.43

Az egyenlőszárú L-szelvény szárvékonysági fokát a szárvastagság és a szárhossz viszonya, v/b, adja meg.

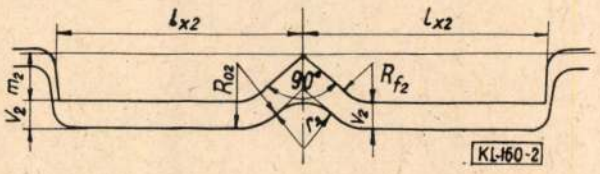
A régi szabványokban ez a fok 0,08—0,16 között volt.

Az anyagtakarékosság növelése érdekében az 1957-ben jóváhagyott GOSZT 8509—57 számú szabványban a fenti viszonyszám alsó határa eléri a 0,06 viszonyt.

A szokásos méretű L-szelvényeket ma leginkább a félig vagy egészen kiterített készelőtti üregekkel hengerlik *(1. és 2. ábra)*.



1. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény félig kiterített kész előtti üregе



2. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény teljesen kiterített kész előtti üregе

A vékonyabb szárú szelvények hengerlésekor mindkét készelőtti üreg-típus használata azzal a veszéllyel jár, hogy a szárvégek külső sarkán fánc képződik. A fáncképződés kiküszöbölése érdekében gyakran használják a készelőtti üregben a szabad szélesedést. Ilyenkor azonban a még aránylag vastag szárak hosszúságának szabályozása szükséges egy félig kiterített zárt üregben. Ha az utolsó két üreg szabad szélesedést enged meg, majdnem teljesen kiküszöbölhető a ráhengerlésből származó selejt. Ugyanakkor azonban a gyakorlati tapasztalatok szerint jelentős mennyiségű másodosztályú termék keletkezik a szárhosszúság tűrésen kívülisége miatt. Sokszor viszont a szárhosszúság betartása miatt a szárvastagság tűrése tér el a megengedettől.

Mivel a gazdaságos szelvények szárvastagságának alsó határa eléri a 2,5 mm-t, ezért a szárvastagság szabályozása még sokkal nehezebb.

A fentebb elmondottak miatt szükséges olyan üregezési módok és üregek használata, amellyel biztosítani lehet a szúrásonkénti erőteljes fogyásokat fáncképződés nélkül és ugyanakkor megbízhatóan szabályozható a szárhosszúság is.

A szárhosszúság szabályozása kis szárvastagsággal csak akkor lehetséges, ha a vastagságcsökkenésen kívül a szár torlást is kap. Ez az egyenlőszárú L-szelvény félig terített készelőtti üregében biztosítható (4. ábra), amelyet a gyakorlatban bevált teljesen terített készelőtti üreg (2. ábra) alapelvéhez hasonlóan szerkesztettek.

A félig kiterített készelőtti torlóüreg előkészítő üregeiként legcélszerűbb derékszögű L-szelvény üregeket használni (4—6. ábra). Ezek az üregek biztosítják a szelvény legnagyobb fokú stabilitását a szúrások alatt. Ezekben az üregekben az alakítás szabad szélesedéssel végezhető, tehát olyan erőteljes fogyásokkal, amilyenek csak megengedhetők a befogási szög, a hengerszilárdság és a hajtómotor teljesítménye szempontjából. Ebben az üregezési módszerben csak a nagyobb és legnagyobb méretű L-szelvények hengerlésekor szükséges a két szártorlóüreg használata, a készelőtti és az előkészítő üregek egyikében (6. ábra).

A hengersor adottságainak megfelelően használható a négyzetbuga lapos (10. ábra) vagy átlós beadása az első üregbe (8. ábra). Az átlós bugabeadás annál célszerűbb, minél kisebb az L-szelvény, de különösen előnyös az 50 és 40 mm-es és ennél kisebb L-szelvényekre.

A számítások azt igazolják, hogy a négyzetbuga átlós beadásakor a buga oldalméretét elég pontossággal meg lehet határozni a szár hosszúságától függően:

$$a_{buga} = (0{,}95 \sim 1)b$$

A négyzetbuga lapos beadásakor a buga oldalmérete:

$$a_{buga} = (1{,}05 \sim 1{,}10)b$$

Ennek megfelelően az össznyújtási tényező az alakos üregekben:

$$\mu_{\ddot{o}} \approx \frac{a^2_{buga}}{2v(b - 0{,}5v)}$$

A maximális össznyújtási tényezőt — kb. 7,75—10,40 — a minimális szárvastagságokkal érik el, vagyis $v = 0{,}06\ b$-n.

A szárvastagságtól, a szárszélességtől és a szúrásonkénti fogyástól, valamint a bugabeadás módjától függően az alakos üregek száma:

$$n = \frac{\lg \mu_{\ddot{o}}}{\lg \mu_k}$$

A közepes nyújtási tényező értéke L-szelvények üregeiben $\mu_k = 1{,}3 \ldots 1{,}5$, ha a szárvastagság $v = 4 \ldots 7$ mm. Ennél azonban több is lehet, különösen a könnyített durva szelvények hengerlésekor.

A négyzetbuga átlós beadásakor a kész, készelőtti és az összes előkészítő üreg hajlásszöge a szárcsúcsban 90°.

* A dolgozat Sztarcsenko D. I. hasonló című munkájának (megjelent a hengerlés elmélete című összefoglaló műben, Moszkva 1962.) átültetése.

Mivel a derékszögű L-szelvény üregekben a hengerelt darab nagyfokú stabilitását figyelték meg, célszerű lapos bugabeadáskor is a derékszögű üregeket használni. Ebben az esetben azonban a hengerlendő anyag nem egy, hanem 2—3 szúrás alatt veszi fel az L-szelvény alakot (9., 10. ábra).

A készelőtti szártorlással dolgozó derékszögű L-szelvény üregezéskor a szárnak a szárcsúcson keresztül képzeletben meghúzott vízszintessel bezárt szöge mindig 45°.

Az üregezés a készelőtti üreget kivéve — ha több torlást nem adunk — szabad szélesedéssel végzendő. Az üregezést tehát ennek figyelembevételével, a hengerléssel ellentétes irányban, a minimális szárvastagságra számítjuk, mivel a vastagabb méretek hengerállítással gyárthatók.

A fentebb elmondottak után ismertetjük az üregszámítás alapvető módszerét.

Az L-szelvény kész üregе

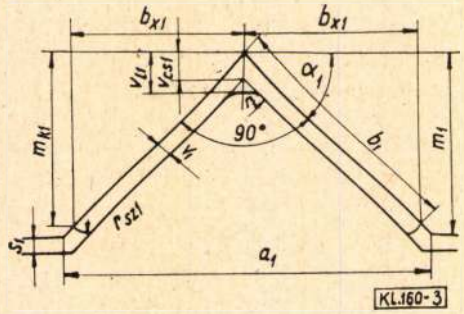
A hideg szelvény méretei :

b a szár hossza,

v a szár vastagsága,

r és r_{sz} a csúcs és a szár lekerekítési sugara.

A meleg méreteket a szokásos módon határozzák meg. A számításban használt jelöléseket a *3. ábra* mutatja.



3. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény készüregе szabad szélesedéssel

A készüreg a hengerekben szimmetrikusan helyezkedik el, ezért a gerinc magassága szárcsúcsban :

$$v_{cs_1} = 1{,}414 v_1$$

A szárcsúcs gyakorlati vastagsága, figyelembe véve a belső lekerekítési sugarat, r_1-et :

$$v_{l_1} = 1{,}414 v_1 + 0{,}414 r_1$$

A készüreg keresztmetszetét elég pontossággal meghatározhatjuk a következő képlet alapján :

$$F_1 = 2v_1(b_1 - 0{,}5v_1) + 0{,}215 r_1^2,$$

az anyaggal töltött közepes üregszélesség :

$$a_1' = 2(b_1 - 0{,}5v)\cos\alpha_1 ,$$

mivel

$$\alpha_1 = 45°$$

$$a_1' = 1{,}414(b_1 - 0{,}5v_1)$$

A felső üregrész teljes szélessége a szabad szélesedés figyelembevételével :

$$a_1 \approx 2 \cdot 1{,}05 b_1 \cos\alpha_1,$$

mivel

$$\alpha_1 = 45°$$

$$a_1 \approx 1{,}5 b_1$$

Az üreg magassága :

$$m_1 = 0{,}5 a_1$$

A kész szelvény közepes szárvastagsága :

$$v_{k_1} = \frac{F_1}{a_1'}$$

A közepes hengerlés sugár :

$$R_{k_1} \approx 0{,}5(D - v_{k_1}),$$

ahol D a névleges hengerátmérő.

Az üregek semleges vonalát az ismert módszerrel határozzuk meg.

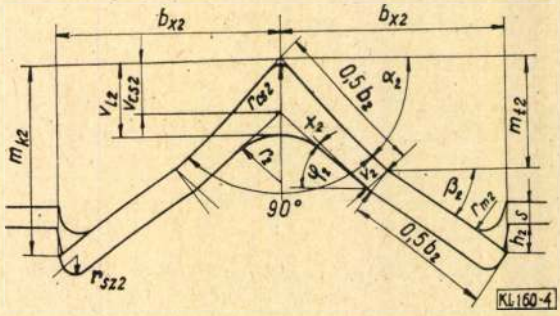
L-szelvény félig terített, szártorló készelőtti üregе

A kész szelvény névleges szárvastagságának, valamint a szelvényszár felvett fogyási együtthatójának ismeretében meghatározhatjuk a készelőtti üreg alsó szárvastagságát *(4. ábra)*.

$$v_2 = \lambda_1 v_1$$

A szár fogyása a készüregben :

$$\Delta v_1 = v_2 - v_1$$



4. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény félig kiterített kész előtti üreg szártorlással

A vékonyszárú L-szelvények hengerlésekor nagyon fontos a nagy hengerlési befejező hőmérséklet. Ezt biztosítják — egyéb tényezőkön kívül — a szúrásonkénti erőteljes fogyások. Különösen szükséges ez a készelőtti és kész szúrásban.

Éppen ezért utolsó szúráskor az ajánlott fogyások közül — $\lambda_1 = 1{,}10$—$1{,}50$ — azt a legnagyobbat kell venni, amely még megengedhető a hengerszilárdság, a pontos hengerlés és a hajtómotor teljesítménye szempontjából.

A szabad szélesedést a kész előtti, valamint a többi előkészítő üregben elég pontossággal az alábbi képlet szerint határozhatjuk meg :

$$\Delta b = \frac{\lambda_k - 1}{\sqrt[4]{\lambda_k}} [R_k v_k(\lambda - 1) - 1{,}67 v_k(\lambda_k - 1)] \qquad (1)$$

ahol : v_k szúrás utáni közepes vastagság mm-ben,

R_k az adott üreg közepes hengerlési sugara,

λ_k a közepes fogyási együttható amely közel van a nyújtási együtthatóhoz, μ-höz és a szár fogyási együtthatójával λ-va egyenlőnek vesszük.

Ha meghatároztuk a szabad szélesedést a kész szúrásban, meghatározhatjuk a készelőtti szelvény szárszélességét:

$$b_2 = b_1 - \frac{\Delta b_1}{2\cos\alpha_1}$$

vagy

$$b_2 = b_1 - 0{,}707\Delta b_1$$

A készelőtti üregben a szárakat töréssel szerkesztjük, hogy biztosítsuk a szárvégek pontos becsúszását az alsó hengerben kiképzett félig zárt üregrészbe. Ez az üreg lényegében szártorlást is végez, vagyis biztosítja adott szárvastagságon a szárhosszúság szabályozását. A szárvégek fenti pontos hengerlése érdekében szükséges az alábbi arányok biztosítása:

$$b_{x_2} < b_{x_3} < b_3\cos\alpha_3, \qquad (2)$$

ahol b_3 és b_{x_3} a készelőtti üregbe beadandó szárhosszúság és annak vízszintes vetülete.

Ha a fentiekből indulunk ki és a szárak törését a szárhosszúság felétől kezdjük, felírhatjuk a következőt:

$$b_{x_2} = 0{,}5b_2(\cos\alpha_2 + \cos\beta_2)$$

M vel $\alpha_2 = 45°$, így a szár külső törési szöge:

$$\beta_2 = \arccos\left(\frac{2bx_2}{b_2} - 0{,}707\right)$$

Ha a szártorlást a szárhosszúság 2%-ának vesszük és a készelőtti üregbe beadandó szárhosszat

$$b_3 = 1{,}02b_2\text{-nek},$$

akkor a (2)-es egyenlőtlenség alapján, amely megengedné, hogy bx_2 5%-kal nagyobb legyen bx_3-nál, azt kapjuk, hogy

$$b_{x_2} = 0{,}758b_2$$

A szárhosszúság függőleges vetülete a készelőtti üregben:

$$b_{y_2} = m_{k_2} = 0{,}5b_2(\sin\alpha_2 + \sin\beta_2)$$

Mivel

$$\alpha_2 = 45°$$

$$m_k = 0{,}5\ b_2(0{,}707 + \sin\beta_2)$$

A hengerlési gyakorlat azt igazolja, hogy a legjobban kitöltött sarkú szelvény, valamint a szelvény biztos vezetése a készüregben akkor érhető el, ha a gerinc fogyása valamivel nagyobb, mint a szár fogyása.

A 3. és 4. ábrák alapján felírhatjuk:

$$v_{cs_2} = k\cdot\lambda_1\cdot v_{cs_1} \quad \text{és} \quad v_{l_2} = k\cdot\lambda_1\cdot v_{l^1}$$

ahol $v_{cs_{1-2}}$ a lekerekítési sugár nélküli gerincvastagság,

$v_{l_{1-2}}$ gerincvastagság a lekerekítési sugárral,

k a gerinc és a szár fogyásainak a viszonyszáma (egyenlőtlen alakítási együttható).

A k általában 1,1...1,2-re vehető fel. A kisebb érték a kisméretű, a nagyobb a nagyméretű szelvényekre vonatkozik.

Kisebb átrendezés után kapjuk az alábbi képletet

$$v_{cs_2} = \lambda_1 v_{cs_1}(1{,}0913 + 0{,}000435b_2)$$

$$v_{l_2} = \lambda_1 v_{l_1}(1{,}0913 + 0{,}000435b_2)$$

Az alakítás fenti körülményei között a készelőtti szelvény szárának felső része vastagabb az alsó résznél, éspedig:

$b_f = 0{,}5b_2$ hosszúságban.

A szár alsó részének vastagsága v_2, a hosszúsága pedig

$$b_a = 0{,}5b_2$$

A szár felső részének vastagságeltérését a φ_2 szöggel fejezzük ki:

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{v_{cs_2} - 1{,}414v_2}{0{,}707 - v_{cs_2}}$$

A felső szárrész belső hajlásszöge a fentiek értelmében:

$$\varphi_2 = 45° - \varphi_2$$

A gerinc belső lekerekítési sugarát geometriai összefüggésekből állapíthatjuk meg, a következő képlettel kifejezve:

$$r_2 = \frac{(v_{l_2} - v_{cs_2})\cos\varphi_2}{1 - \cos\varphi_2}$$

A készelőtti üreg többi szerkesztési elemeit az alábbiak szerint határozzuk meg:

1. Lekerekítési sugarak:

a) a gerinc külső lekerekítési sugara:

$$r_{cs_2} \approx 2\ldots5$$

b) a szár lekerekítési sugara:

$$r_{sz_2} \approx \lambda_1 r_{sz}$$

c) a felső henger üregfelének lekerekítési sugara:

$$r_{h_2} \approx (0{,}4 - 0{,}8)b_2$$

2. Az alsó henger nyitása:

$$i_2 \approx 0{,}10 - 0{,}20$$

A nyitás hossza:

$$h_2 \approx 0{,}1b_2$$

3. Hengerrés:

$$s = (0{,}0008 - 0{,}010)D$$

A nyújtási tényező meghatározásához a készüregben szükségesek a készelőtti és a készüreg keresztmetszetei — F_2, F_1 — mivel

$$\mu_1 = \frac{F_2}{F_1}$$

A készelőtti üreg keresztmetszetét, F_2, az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$F_2 = b_2v_2 + 0{,}5v_{cs_2}^2 +$$

$$+ (0{,}5b_2 - 0{,}707v_{cs_2})(v_2 + 0{,}707v_{cs_2}) +$$

$$+ r_2^2(\operatorname{tg}\varphi_2 - \varphi_2)$$

Az egyenlőszárú L-szelvény harmadik üregе

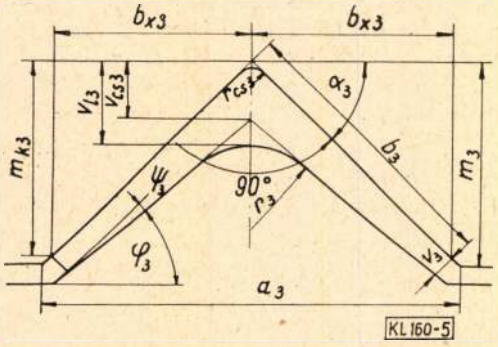
A készelőtti üreg után következő üregeket előkészítő üregeknek nevezzük. Ezekben a szár függőleges vetülete még nagyobb, mint az üreg gerincvastagsága, vagy azzal egyenlő. Tehát :

$$v_l \leq b \cos \alpha$$

A készelőtti, félig zárt üregben (4. ábra) az alakítás folyamatát vizsgálva a következőt állapíthatjuk meg :

Az üreg nyitása miatt csak a nyitási vonal alatt, az üreg alsó részén engedhetjük meg a szárak torlását.

Ezzel szemben a nyitási vonal fölött a teljes szárhosszúságban a fogyás éppen olyan erőteljes lehet, mint bármely más L-szelvény üregben, ahol szabad szélesedéssel hengerlünk.



5. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény harmadik (előkészítő) üregе szabad szélesedéssel

Az elmondottak alapján a harmadik és a többi előkészítő üreg szárvastagságát *(5. ábra)* a szárvégektől a gerinc irányában fokozatosan változó vastagsággal szerkeszthetjük.

A harmadik üregben a szárvég vastagsága :

$$v_3 = v_2 - \Delta v_2$$

ahol $\Delta v_2 = 0{,}5 \ldots 1$ mm a szárvég megengedett fogyása a készelőtti üregben.

A szár közepes vastagsága :

$$v_{k_3} = \lambda_2 v_2$$

A szár hossza :

$$b_3 = 1{,}02 b_2$$

A fenti értékek ismeretében meghatározhatjuk a szárvastagság változását, melyet a belső szárnak a külső szárral képezett hajlásszögével $-\Psi_3-$ kifejezve kapjuk :

$$\operatorname{tg} \psi_3 = \frac{2\,(v_{k_3} - v_3)^3}{b_3}$$

vagy a szár fogyási tényezőjével kifejezve :

$$\operatorname{tg} \psi_3 = \frac{2 v_2 (\lambda_2 - 1)}{b_3}$$

Az üreg lekerekítési sugár nélküli gerincvastagsága :

$$v_{cs_3} = \frac{1{,}414 (v_3 + b_3 \operatorname{tg} \psi_3)}{1 + \operatorname{tg} \psi_3}$$

A szár belső oldalának a vízszintes síkkal bezárt szöge :

$$\varphi_3 = \alpha_3 - \psi_3$$

és mivel $\alpha_3 = 45°$

$$\varphi_3 = 45° - \psi_3$$

A harmadik üreg teljes gerincvastagsága :

$$v_{l_3} = \lambda_2 v_{l_2}$$

A fogyási tényező — λ_2 — a készelőtti üregben 1,10...1,50 közé esik, azonban 5—10%-kal nagyobbra kell vennünk, mint a készüregben.

A gerinc belső lekerekítési sugara :

$$r_3 = \frac{(v_{l_3} - v_{cs_3}) \cos \varphi_3}{1 - \cos \varphi_3}$$

A gerinc külső lekerekítési sugara :

$$r_{cs_3} = 4 \ldots 10 \text{ mm}.$$

Végül a készüregben használt módszerrel a szabad szélesedés alapján meghatározzuk a felső üregrész teljes szélességét :

$$a_3 \approx 1{,}5 b_3$$

Az üreg mélysége :

$$m_3 = 0{,}5 a_3$$

A harmadik üreg keresztmetszete :

$$F_3 = b_3 (v_3 + 0{,}707 v_{cs_3}) +$$

$$+ r_3^2 (\operatorname{tg} \varphi_3 - \varphi_3) - 0{,}707 v_3 v_{cs_3}$$

A harmadik üreg fémmel kitöltött közepes szélessége :

$$a_3' = 1{,}414 (b_3 - 0{,}5 v_3)$$

A közepes szárvastagsága

$$v_{k_3} = \frac{F_3}{a_3'}$$

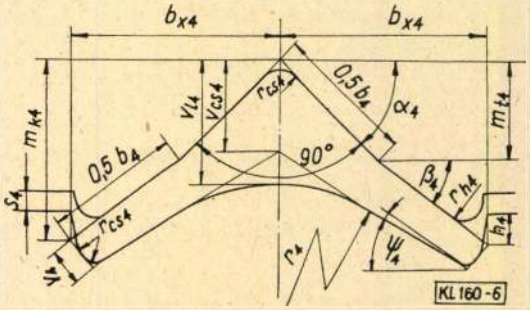
A közepes hengerlési átmérő :

$$R_{k_3} \approx 0{,}5 (D - v_{k_3})$$

Az L-szelvény negyedik és ötödik előkészítő üregе

Ha hat vagy ennél több alakos üreget tervezünk, akkor a szárhosszat kétszer szabályozzuk. Ilyenkor a negyedik, vagy valamelyik következő üreg félig zárt üreg *(6. ábra)*.

Ez az üreg hasonló a 4. ábrán látható készelőtti üreghez, tehát a szár torlását biztosítja.



6. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény negyedik, félig nyitott üregе szártorlással

Ha a kész szelvény eléréséhez elég négy vagy öt alakos üreg, akkor a szár hosszúságát csak egyszer szabályozzuk a készelőtti üregben. Ebben a megoldásban a negyedik és a szükség szerinti ötödik üreget az 5. ábrán látható módszer alapján szerkesztjük, a szár szabad szélesedésével.

A harmadik előkészítő üregben a szelvény bármely része erőteljesen alakítható. Ezért ebben az üregben a fogyási tényező :

$$\lambda_3 = 1{,}3 \ldots 2$$

A nagy fogyás miatt azonban a hengerszilárdságot és a sorvonó motor teljesítményét ellenőrizni kell.

Ismerve a harmadik üregben a közepes üregmagasságot, a közepes hengerlési sugarat, meghatározhatjuk a (1) képlet segítségével a szelvény szabad szélesedését. Ezek után pedig a negyedik üreg szárhosszúságát, amely

$$b_4 = b_3 + 0{,}7\Delta b_3$$

A szárvastagság a szárvégen :

$$v_4 = \lambda_3 v_3$$

A negyedik és a többi előkészítő üregben a szár belső hajlásszögét, ψ_4-et, állandónak és ψ_3-mal egyenlőnek vehetjük. Így az üreg lekerekítési sugár nélküli gerincvastagsága :

$$v_{cs_4} = \frac{1{,}414(v_4 + b_4 \operatorname{tg} \psi_3)}{1 + \operatorname{tg} \psi_3}$$

A lekerekítési sugárral módosuló gerincvastagság :

$$v_{l_4} = \lambda_3 v_{l_3}$$

A szárcsúcs belső lekerekítési sugara :

$$r_4 = \frac{(v_{l_4} - v_{cs_4}) \cos \varphi_3}{1 - \cos \varphi_3}$$

A szárcsúcs külső lekerekítési sugara :

$$r_{cs_4} = 5 \ldots 20 \text{ mm}$$

A továbbiakban éppen úgy, mint a harmadik üregben, szabad szélesedést feltételezve meghatározzuk a felső üreg teljes szélességét alábbi megközelítő képlettel :

$$a_4 \approx 1{,}5 b_4$$

Az üreg mélysége pedig :

$$m_4 = 0{,}5 a_4$$

A negyedik üreg keresztmetszete :

$$F_4 = b_4(v_4 + 0{,}707 v_{cs_4}) +$$

$$+ r_4^2(\operatorname{tg} \varphi_3 - \varphi_3) - 0{,}707 v_4 v_{cs_4}$$

Az üreg fémmel töltött közepes szélessége :

$$a_4' = 1{,}414(b_4 - 0{,}5 v_4)$$

A közepes szárszélesség :

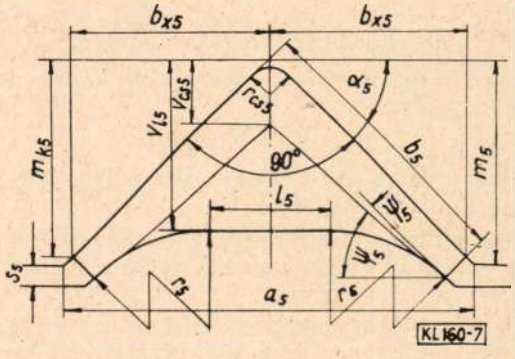
$$v_{k_4} = \frac{F_4}{a_4'}$$

A közepes hengerlési sugár :

$$R_{k_4} \approx 0{,}5(D - v_{k_4})$$

Egyenlőszárú L-szelvény félig nyitott előkészítő üregе

Az ötödik és a szükség szerinti többi előkészítő üreg méreteit *(7. ábra)* alapjában véve a negyedik üregéhez hasonlóan számítjuk ki.

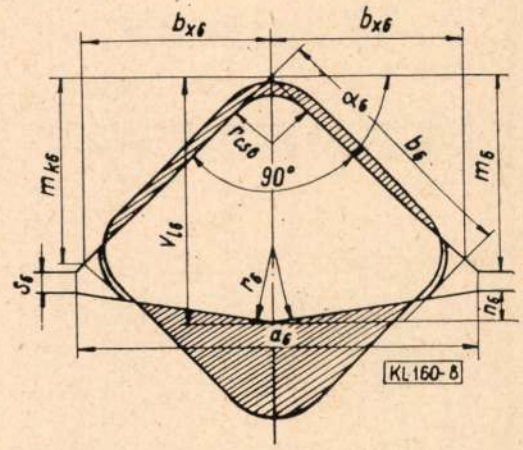


7. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény ötödik, félig nyitott előkészítő üregе szabad szélesedéssel

Mivel a számítás menetének megfelelően az üregek gerincvastagsága — v_l — növekszik, a szárcsúcs belső lekerekítési mélysége pedig csökken, ezért a szárcsúcs belső lekerekítési sugara szintén növekszik az ismert maximális határértékig :

$$r = \frac{(v_l - v_{cs}) \cos \varphi}{1 - \cos \varphi} \geq \frac{0{,}707(b + v) - v_l}{1 - \cos \varphi}$$

Ugyanakkor maga az *L*-szelvény üreg (5. és 6. ábra) fokozatosan közeledik a háromszög alakhoz, amint az a *7.* és *8. ábrán* látható.



8. ábra. Hatszög alakú előüreg

A szárcsúcs belső lekerekítését egy sugárral végezzük mindaddig (5. és 6. ábra), ameddig az alábbi feltétel érvényesül :

$$v_l - \frac{0{,}707(b + v) + v_{cs} \cos \varphi}{1 + \cos \varphi} \leq 0$$

Azonban, ha a számítás szerint az adódik, hogy

$$\frac{0{,}707(b + v) v_{cs} \cos \varphi}{1 + \cos \varphi} < v_l < 0{,}707(b + v),$$

akkor a szárcsúcs belső lekerekítését geometriailag csak úgy végezhetjük el, hogy a két szárvég lekerekítését középen egyenes vonallal összekötjük (7.

ábra). Az r_5 lekerekítési sugarakat összekötő egyenes hossza :

$$l_5 = 1{,}414\,(b_5 - v_5 - r_5)$$

A szárvég lekerekítési sugara :

$$r_5 = 2{,}41(b_5 + v_5 - 1{,}41v_{l_5})$$

Az előkészítő üregek előüregei

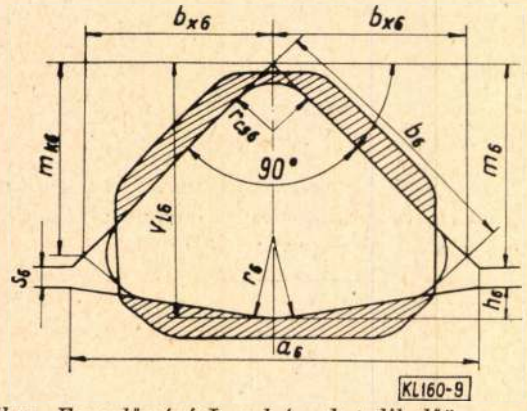
Az üregszámításkor elérkezünk ahhoz a feltételhez, hogy :

$$v_l > 0{,}707(b + v)$$

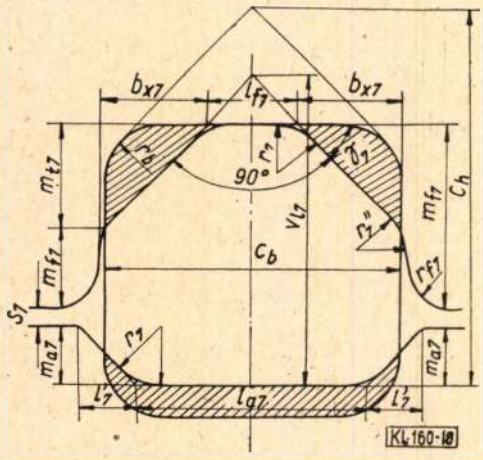
Ilyenkor a buga átlós beadásakor az előüreg hatszög alakú (8. ábra).

Ha a bugát laposan adjuk be az első üregbe, akkor ennek az üregnek alakja nyolcszögű lesz (10. ábra).

A fenti előüregeket elsősorban a megengedhető legnagyobb befogási szög alapján szerkesztjük, ellenőrizve a henger szilárdságát és a hajtómotor teljesítményét. Az üreget vagy szabad, vagy korlátozott szélesedéssel szerkeszthetjük. Az üregek alakját a *8., 9., 10. ábrák* szemléltetik.



9. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény hatodik előüregе szabad szélesedéssel, nyolcszögbuga beadáskor



10. ábra. Egyenlőszárú L-szelvény nyolcszögalakú hetedik üregе lapos bugabeadáskor

Ha az előüregbe a négyzetbugát átlósan adjuk be, meghatározzuk az előüregben adható összes fogyást figyelembe véve a négyzetbuga lekerekített éleit :

$$\Delta h_{\ddot{o}_e} = 1{,}414C_n - 0{,}83r_n - v_l$$

ahol : C_n a négyzetbuga oldalmérete,
r_n a négyzetbuga éleinek lekerekítési sugara, amely rendszerint (0,20—0,25) C_n,
v_l a számítás menete szerinti legutolsó előkészítő üreg lekerekítési sugárral mért gerincvastagsága.

Ha a legutolsó előkészítő üreg közepes hengerlési átmérője a befogáskor :

$$D_k = D - v_l$$

és ha a befogási szöggel kifejezett alábbi fogyást :

$$\Delta h_m = 2(D - v_l)\sin^2\frac{\alpha}{2}$$

a többi előüregnél is megengedhetjük, akkor az előüregek száma :

$$n_{el} = \frac{\Delta h\ddot{o}_e}{\Delta hm}$$

A hengersor adottságainak megfelelően a kapott üregszámot páros, vagy páratlan számú üregre kerekíthetjük.

Előüregekben a befogás feltételeinek megfelelően az alábbi befogási szögek engedhetők meg:

Öntöttvas hengerekre

$$\alpha = 16\ldots18°,$$

acélhengerekre az üreg rovátkolása vagy görgőzése nélkül

$$\alpha = 20\ldots22°\ ,$$

acélhengerekre az üreg rovátkolásával vagy görgőzésével

$$\alpha = 22\ldots24°.$$

A tényleges fogyás nagysága az előüregekben:

$$\Delta h_{el} = \frac{\Delta h\ddot{o}_e}{n_{el}} \geqslant \Delta hm$$

A tényleges fogyás ismeretében meghatározhatjuk az egymás után következő előüregek közepén a befogási pontban mért gerincvastagságot.

$$V_l = v_l + \Delta h_{el}$$

ahol V_l és v_l a számítás szerinti utolsó és utolsó előtti üreg középen mért gerincvastagsága, vagy a középen mért szelvényvastagság szúrás előtt és szúrás után.

A négyzetbuga átlós beadásakor a rombuszalakú előüreg száma rendszerint 1...3. A fenti üreg keresztmetszete (8. ábra) elég pontossággal :

$$F = 0{,}5v_la$$

vagy

$$F = 0{,}5\,v_l\,b\cos\alpha$$

A közepes szárvastagság az üregben :

$$v_k = \frac{F}{a}$$

Közepes hengerlési sugár :

$$R_k \approx 0{,}5\,(D - v_k)$$

A fogyási tényező, amellyel szélesedéskor számolunk :

$$\lambda = \frac{V_l}{v_l}$$

Ezek a kiinduló adatok elégségesek adott üregben a szelvény szabad szélesedésének megállapítására. Ugyanakkor meghatározhatjuk a számítás menete szerinti legutolsó előüreg szélességét és a többi jellemzőit.

Figyelembe kell azonban venni, hogy ezekben a rombuszalakú szimmetrikus üregekben a lehetséges szabad szélesedés észrevehetően nagyobb, mint a kész, készelőtti és előkészítő L-szelvény üregekben. Ezért a szélesedést a következő képlettel határozzuk meg :

$$\Delta b = \frac{\lambda - 1}{2\sqrt{\lambda}} [R_k v_k(\lambda - 1) - 1{,}67 v_k(\lambda - 1)$$

A fentiek szerint a szúrás előtti szelvény szélessége, vagy a számítás szerinti következő üreg szélessége :

$$A = a - \Delta b$$

A négyzetbuga lapos beadásakor a nyolcszögalakú szimmetrikus üregek száma (10. ábra) 1...3 lehet.

Ezeket az üregeket szintén a megengedhető befogási szög alapján szerkesztjük. Ezekben az üregekben éppen úgy mint átlós bugabeadáskor megengedhető, hogy az abszolút fogyást az üreg vertikális szimmetriájában számoljuk. Ez a számítás érvényesíti azt az összefüggést, amely a befogási szög és a henger sugara között fennáll a tényleges érintkező felület pontjainál.

Szabványügyi hírek

A Szabványügyi Közlemények 1964. április havi számában a következő — kohász tárgyú — szabványokat hirdették ki :

MSZ 4213/1. lap—63 Hidegen hengerelt acélszalag kis karbontartalmú acélból — Az MSZ 4213—52 helyett

MSZ 4213/2. lap—63 Hidegen hengerelt acélszalag előírt összetételű acélból

MSZ 4217—63 Hidegen hengerelt rugó- és szerszámacélszalag — Az MSZ 4217—52 helyett

A Magyar Szabványügyi Hivatal az alábbi szabványtervezeteket adta ki felszólalásra :

MSZ 4351 T (64. III.) Szerszámacélok. Gyorsacél — Az MSZ 4351—56 és 4351 T (62. II.) helyett

MSZ 4352 T (64. III.) Szerszámacélok. Wolframötvözésű szerszámacél — Az MSZ 4352—56 és 4352 T (62. III.) helyett

MSZ 4353 T (64. III.) Szerszámacélok. Króm- és egyéb ötvözésű szerszámacél — Az MSZ 4353—56 és 4353 T (62. III.) helyett

A Szabványügyi Közlemények 1964. május havi számában a következő — kohászati tárgyú — szabványokat hirdették ki :

MSZ 499—57 K (1963.) Acélok színjele és egyéb minőségi jelölése — Az MSZ 499—57 K (1959) helyett. Együtt érvényes az MSZ 499—57-tel

MSZ 5107—63 Acél, nyersvas és öntöttvas vizsgálata. Réztartalom meghatározása — Az MSZ 5107—50 helyett

MSZ 4342—63 Hengerelt laposacél — Az MSZ 4342—56 helyett

MSZ 4343—63 Melegen hengerelt abroncsacél — Az MSZ 4343—51 helyett

MSZ 17781—63 Alátétlemez kisvasúti sínhez, síncsavaros — Az MSZ 11781—54 helyett

MSZ 2802—63 Heveder kisvasúti sínhez — Az MSZ 2802—57, MSZ 11780—54 és MSZ 21030—56 helyett.

MSZ 8812—63 Különleges sárgaráz alakítás céljára — Az MSZ 8812—52 helyett

MSZ 7388—63 Húzott horgonyacél

MSZ 10148—63 Húzott tompasarkú négyzetacél

MSZ 6734—63 Teherszállító sodronykötélpálya tartozékok. Tartókötél. Zárt szerkezet, valamint zárt szerkezet ékhuzalokkal. — Az MSZ 6734—52 helyett

A Magyar Szabványügyi Hivatal az alábbi szabványtervezeteket adta ki felszólalásra :

MSZ 4310/6. lap T (64. IV.) Hegesztés. Roncsolásmentes vizsgálatok. Röntgen és gammasugarakkal való vizsgálat. Általános műszaki követelmények — Az MSZ 7854 T (63. I.) helyett.

MSZ 6280 T (64. IV.) Hídszerkezeti és fokozott követelményeket kielégítő hegeszthető acélok — Az MSZ 6280—57, MSZ 6280 T (62. I.) és az MSZ 6289—55 helyett

A Szabványügyi Közlemények 1964. júniusi számában az alábbi — kohászati tárgyú — szabványokat hirdették ki :

MSZ 4310/1. lap—63 Hegesztés. Roncsolásmentes vizsgálatok. Áttekintő rész — Az MSZ 4319—49 helyett

MSZ 4310/2. lap—63 Nagyítóval, olajoskrétával, mágnesezhető porral való vizsgálat

MSZ 4310/3. lap—63 Radiográfiai felvételek minősége, ellenőrző huzalsorok

MSZ 4310/4. lap—63 Radiográfiai vizsgálatokkal kimutatott hegesztési hibák típusai és jelölésük

MSZ 4310/5. lap—63 Hegesztési varratok hibáinak osztályozása és értékelés radiogramok (röntgen- és izotópos felvételek) alapján

MSZ 7826/1. lap—63 Kromát bevonatok. Minőségi követelmények

A Szabványügyi Közlemények 1964. július havi számában a következő — kohászati tárgyú — szabványokat hirdették ki :

MSZ 1891/2. lap—63 Fémfelületek előkészítése. Oxidmentesítés

MSZ 1891/3. lap—63 Zsírtalanítás

MSZ 6574/2. lap—63 Galván bevonatok. Diszítő bevonat

MSZ 7826/2. lap—63 Kromát bevonatok. A bevonat fedésének vizsgálata

MSZ 18850—63 Ólom kénsavállósági vizsgálata és minősítése. Szétporlódási pont meghatározása.

T. L.

Helytelen — **Helyes**

Központi ellenőrző táblára *kivihetők* az adagoló berendezések *működését demonstráló jelzések*. — Központi ellenőrző műszertáblára **továbbíthatók** az adagoló berendezések **működésének jelzései.**

Ha az adagoló berendezés *normális* működése *ellenére* az adag az elektrolitban *nem* oldódik, akkor ... — **Ha** az adagoló berendezés **szabályosan** működik és az adag az elektrolitban **mégsem** oldódik, akkor ...

Több éves kísérletek tapasztalata szerint elkerülhető *timföldüledék-képződés* az adagolás helye alatt a szénkatódfenéken. — Több éves kísérletek tapasztalata szerint elkerülhető, hogy a szénkatódon az adagolás helye alatt **alumíniumoxid-üledék** képződjék. (Példa arra, hogy néha az összetett mondat világosabb az egyszerű bővített mondatnál.)

Szénhidrogéneknek nagyolvasztókba való befúvása révén elért külföldi és hazai eredmények*

HORVÁTH JÁNOS — HALÁSZ JÓZSEF kohómérnökök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK 669.162.263

1. A külföldi eredmények ismertetése

Valamennyi irodalmi adat ismertetésére nincs mód, ezért inkább egyes érdekesebbnek ítélt kérdések köré csoportosítva közöljük az adatokat, véleményeket, sokszor a nagyszámú üzemi és kísérleti eredményekből csak az átlagos és a szélső értékeket ismertetve.

A befúvás helye

Az irodalmi adatok nagy része a fúvósíkba végzett befúvásról beszél. Az összes szempontot figyelembe véve befúvásra ez a legmegfelelőbb. Elvétve lehet olvasni magasabb övben való befúvásról is. A Bureau of Mines kísérleti olvasztójában a földgázbefúvást 3-féle módon végezték [15]. Az első esetben a fúvókákon, a második esetben a főfúvókák mellett levő kisegítő fúvókákon, harmadik esetben pedig a szénpohán levő fúvókákon át fújtak be. A szénpoha fúvókákra való hirtelen áttéréskor boltozatképződés és akadozó járat keletkezett s romlott a nyersvas minősége is. Lassú, fokozatos áttéréskor járatbeli nehézségek nem mutatkoztak. Érdekes, hogy az előző két kísérlethez képest (befúvás fúvósíkban) jóval nagyobb mértékben nőtt a termelés és kedvezőbb volt az egyenértékűség is. Ennek az eldöntésére újabb kísérleteket terveznek. *Raick* és *Brassert* a földgázt a nyugaszban javasolja bevinni [13]. Általában azonban megállapítható, hogy ez a kérdés a fúvósíkban való befúvások javára lényegében már eldőlt.

Véleményünk szerint is az alábbi megfontolások alapján legcélszerűbb a befúvást a fúvósíkban végezni:

A befúvott szénhidrogénekből keletkező gáz útja az elegyen keresztül a leghosszabb, így lehetővé válik a H_2-nek a redukcióban való többszöri részvétele és a gázok redukálóképességének igen jó kihasználása, a szénhidrogének hűtőhatása itt ellensúlyozható a legegyszerűbben a fúvószélhőmérséklet emelésével, a nyugvó és szénpoha gázátbocsátó képessége a nagyolvasztó egész magasságában a legkisebb (a járatintenzitásra ez a szakasz nagy hatással van). A gázok áthaladását igen megkönnyíti a megnövekedett H_2-tartalom miatt lecsökkent gázfajsúly és viszkozitás, a befúvóberendezés a szokásos munkaszinten helyezhető el, a kezelés könnyű, ennek üzemzavar jellegű leállásokor van jelentősége az amúgy is legnagyobb igénybevételnek kitett nyugvót és szénpohát nem gyengítjük a befúvóberendezésekkel.

A magasabb szinten végzett befúvás hátrányai:

Az egyenletes gázelosztás a nagyolvasztó teljes keresztmetszetében nincs biztosítva, a nyugvóban, illetve a szénpohában levő viszkózus, tapadó salakot lehűti, ez könnyen megszilárdul, ami járati nehézségekre vezet, ha a szénhidrogén nem tud tökéletesen elégni (ami ebben az övben könnyen előfordulhat), a kiváló karbonrészecskék a salakba keveredve a salak viszkozitását nagymértékben rontják, a szénhidrogént a nagyolvasztóban uralkodó nyomásnál csak nagyobb nyomással fújhatjuk be, ami azt jelenti, hogy a nagyolvasztó nyomásviszonyait megzavarnánk és ez járati nehézségekre vezetne.

A befúvás módja

Erre számos szerkezet van. Az olajat a nézőkétől egészen a formáig nyíló hosszú befúvó, a fúvócsőben elhelyezett, a forma falába elhelyezett injektorral, a forma fedelébe vágott nyíláson keresztül és (egyes helyeken pl. Ózdon) porlasztás nélkül a fúvócsőbe hegesztett egyszerű csövön keresztül juttatják be. A földgázt legtöbb helyen a forma fedelén vágott nyíláson keresztül fújják be. Olajbefúváskor *Taylor—Rombough* a fúvócsőbe ferdén elhelyezett injektorról ír [17], az olaj porlasztását levegővel végezték és az olajmennyiséget fúvókánként automatikusan szabályozták.

A Bureau of Mines kísérleti nagyolvasztójában az injektor a fúvóka közepén haladt, üzem közben könnyen cserélhető volt [15].

Boriszov—Fofanov porlasztás nélküli, fúvócsőbe ferdén behegesztett egyszerű csövet ajánlott [8].

Sharp szerint a margami nagyolvasztóban az olajbefúvást a forma falán keresztül, a forma végétől 175 mm-re, porlasztás nélkül végezték [11].

Hazard két méter hosszú levegőporlasztású injektorról beszél (Ougrée, Louvroil, Pompey, Cornigliano) [2].

A buffalói (USA) szénporbefúvási kísérletekről szóló beszámoló szerint az olabefúvó csőhöz hasonlóan a fúvócső falán keresztül juttatják be a szénport [3], [16].

A Liège-i kísérleti nagyolvasztóról szóló beszámolóban *Bonnaure* a fúvócsőben levő ki- s betolható injektorról ír [9]. A hűtést és porlasztást sűrített levegővel végezték, az olajmennyiséget és a fúvószelet formánként külön szabályozták. Gázbefúvásra egyszerű hőálló acélcsövet használtak.

Carlson—Negomir—Hodge a puebloi üzemben (USA) a fúvókánál használt közös befúvószerkezetről ír, amellyel földgázt, pakurát és kőszénkátrány-keveréket juttattak a nagyolvasztóba [14].

Az 1961. év végén Londonban tartott és a nagyolvasztóba injektálásokkal foglalkozó konferencián a porlasztás nélküli szabad injektálás mellett szóltak [4].

* Részlet az 1963. évi balatonszéplaki konferencián elhangzott előadásból. 1. rész Kohászati Lapok 1964. évi 8. és 9. számban.

A ruhrorti művekben lefolyó kísérletről megjelent cikk ferdén a fúvókába elhelyezett befecskendező lándzsát ismertet, amelyhez hűtés nem szükséges [23].

Látható tehát, hogy a befúvás módjára sok megoldás van. A kb. 2 m hosszú kényelmetlen olajégők helyett sokkal célszerűbb a fúvócső, vagy a forma falán bevezetni a redukálószert. A porlasztást *Boriszov* foglalja össze a legjobban [20]. Két módszer van az olaj porlasztására, az első módszer szerint a forró szél kinetikus energiáját használjuk fel magában a formában. Az olajat a levegő irányára bizonyos szög alatt vezetjük és így a nagysebességű levegő szétszaggatja, vagyis porlasztja az olajrészecskéket. Minél nagyobb a szög, annál jobb a hatása az ilyen porlasztásnak, viszont nagyobb a kokszosodás veszélye.

A második módszer a különleges, ami lehet mechanikus, sűrített levegős, vagy földgázas porlasztás. Lehetséges a két módszer kombinációja is. Ha az olajfelhasználás formánként 150 kg/h érték fölött van, akkor mechanikus vagy sűrített levegős porlasztást célszerű használni.

Megítélésünk szerint az eddigi tapasztalatok alapján a porlasztás nélküli módszer előnyeit — egyszerűség, könnyű kezelhetőség — célszerű kihasználni és csak nagyobb olajmennyiséghez kell a porlasztás valamelyik módját igénybe venni.

A befúvást úgy kell végezni, hogy a szénhidrogénnek ne legyen ideje a tökéletes égéshez, de ne legyen szilárd karbon kiválás se. Tökéletes égéskor a fúvószerelvényekben helyi túlmelegedések keletkeznek, amelyek az élettartamot csökkentik, azonkívül hő azon a részen fejlődik, ahol a hőveszteségek igen nagyok, a hőelvonás pedig erős a kis hőveszteségű fúvósíkban. Gyakorlati és irodalmi adatok alapján a legmegfelelőbb távolság a fúvóforma végétől 350—420 mm.

A szénhidrogén-fúvólevegő formánkéntiarányszabályozása a legjobb megoldás, ennek hiányában az üzemi gyakorlatban egyszerű berendezésekkel eddig is igen jó eredményeket sikerült elérni.

A befúvott anyag és mennyisége

A befúvott anyagok közül a földgáz a legelterjedtebb, de rohamosan szaporodnak az olajjal dolgozó nagyolvasztók is. Olaj alatt a könnyű olajtól a pakuráig az összes olajféleségeket értjük, ezeket mind használják. Esetenként kamragázt is használnak, bár az előző két anyaghoz képest kisebb megtakarítást ad [12]. Kísérleteztek egyéb gázokkal is, így pl. CO_2-vel, kísérőgázzal, torokgázzal stb. Együttes használatról, így például földgáz-pakura-kőszénkátrány keverék befúvásáról is vannak adatok.

Legújabban a szénpor befúvással folynak több országban kísérletek, amelyek biztató eredményeket mutatnak. A jelenlegi megoldások hátrányai a szárításra és őrlésre fordított nagy költségek, a sűrített levegő önköltségnövelő hatása, a mennyiségmérés, a szabályozás nehézségei, és a szénpor igen nagy koptató hatása. A szénpor finom őrlésének hátránya még a nedvességtartalom növekedés. A többletköltségeket enyhíti, ha sűrített levegő helyett hordozó közegként földgázt használnak.

Nagy lehetőségeket rejt a szénpor-olaj szuszpenzió befúvása, amelynek nagy előnye a könnyebb mérési lehetőség és az, hogy szénporkimaradáskor az olajbefúvás lehetősége továbbra is fennáll [28].

A beadagolt anyag mennyiségére vonatkozóan az alábbi számokat közlik.

Földgázból a befúvott mennyiség általában 80—130 Nm^3/t nyv., egyes szerzők szerint *(Sapovalov)* el lehet érni a 200 Nm^3/t nyv értéket [7], [12].

A befúvott olajmennyiség az üzemi gyakorlatban általában 60—90 kg/t nyv., kísérleti nagyolvasztóban ennél jóval nagyobb, pl. a Bureau of Mines kísérleti nagyolvasztójában 175 kg-ot/t nyv. is elértek [15]. *Hazard* szerint a formánkénti olajmennyiség nem csökkenhet 50 kg/ó alá [2].

A buffaloi szénporkísérletek szerint optimálisan az összes tüzelőanyagnak 17%-a helyettesíthető szénporral [3], [16]. A Stanton and Staveley művekben lefolytatott szénporkísérletekhez a felhasználás 50 kg/t nyv. volt [24].

A kokszfogyasztásra kifejtett hatás

Földgázbefúvással a kokszmegtakarítás általában 14%, kísérleti nagyolvasztókban ez nagyobb. *King* kísérleti nagyolvasztóban 34,6%-os kokszmegtakarítást említ [15]. *Raick* és *Brassert* oxigén és földgáz együttes használatával az elegy- és üzemviszonyok optimális feltételei között a kokszmegtakarítást 51,5%-ra becsüli [13].

Olajbefúváskor a kokszmegtakarítás kb. 15%. A Liège-i kísérleti nagyolvasztóban 36%-os megtakarítást is elértek [9].

Szénporbefúváskor a megtakarítás a buffalói kísérletekben 15—16%, a Stanton and Staveley művekben 9,3% [3], [16], [24].

Nagy nedvességtartalmú levegővel, kísérleti nagyolvasztóban elért megtakarítás 3—7% [22].

A termelésre kifejtett hatás

Földgázbefúváskor a termelésnövekedés általában 4—6%. Olajbefúváskor a termelésnövekedés átlagosan 10%, Louvroilban 17%-os volt [2], viszont a ruhrorti kísérletben, ahol teljesen előkészített elegy és nagy léghevítő kapacitás állt rendelkezésre, 120 kg/t nyv. olajmennyiségre 6% termelésecsökkenés következett be [23]. Ez utóbbiban a nagy olajmennyiség miatt jelentősen csökkent a járatintenzitás.

A buffalói szénporkísérletek termelésnövekedést nem hoztak, Stanton and Staveley művekben viszont a termelés 10%-kal nőtt [3], [16], [24].

Általában megállapítható, hogy gyenge, előkészítetlen eleggyel dolgozó olvasztóban jóval nagyobb a termelésnövekedés, mint ideális elegyviszonyokkal dolgozóban.

Kísérleti nagyolvasztóban természetesen jóval nagyobb termelésnövekedés érhető el, így pl. a Liège-i nagyolvasztóban fűtőolaj és oxigén, valamint nagy toroknyomás használatakor (1,4 atm) a termelés 55%-kal nőtt [9]. A befúvás

nyilván annál jobb eredményeket hoz, minél kedvezőbb a CO és H_2 kihasználási foka. Ebből következik, hogy a befúváskor nagy toroknyomással együtt az eredmények még jobbak lehetnek.

A járatra kifejtett hatás

Általában megállapítható, hogy szénhidrogénbefúváskor a nagyolvasztó járata egyenletesebb, az akadozások száma csökken. Ebből a szempontból igen érdekes a ruhrorti művekben lefolytatott kísérlet [23]. Itt teljesen előkészített eleggyel dolgoztak és mód volt nagy szélhőmérséklet tartására. A kísérleteket nehéz olajjal végezték. A kísérletről megjelent közlemény szerint az olajbefúvás a járatra nem jelentett előnyt, sőt nagy olajmennyiségek hatására a nagyolvasztó járata egyenlőtlenné vált. Az előkészített elegyben a gázátbocsátó képesség amúgy is jó, ezért ilyen viszonyok között nem mutatkozik a járatra kedvező hatás. Gyenge, előkészítetlen eleggyel dolgozó nagyolvasztóban a befúvás feltétlenül a járat javulásához vezet.

A minőségre kifejtett hatás

Ezzel kapcsolatban általános az a vélemény, hogy az egyenletesebb kohójárat miatt a nyersvas minősége is egyenletesebb. A nagyolvasztó hőállapota stabilisabb, a jól előkészített elegy miatt még az akadozó járat sem okoz feltétlen lehűlést, s ezért a befúvás a nyersvas minőségére kedvező hatású.

Az egyenértékűség alakulása

Gazdasági szempontból igen fontos, hogy a befúvott anyag mennyi koksszal egyenértékű. Földgázbefúvással az egyenértékűség 1 kg koksz/Nm^3 földgáz körül mozog. Olajra a középérték 2 kg koksz/kg olaj.

Általában megállapítható, hogy a befúvott szénhidrogén mennyiségének növelésével az egyenértékűség csökken, kis mennyiséggel az egyenértékűség nagyobb.

Ugyancsak megállapítható, hogy gyenge, előkészítetlen eleggyel a helyettesítési arány jóval nagyobb, mint teljesen előkészített eleggyel dolgozó nagyolvasztókban. Jól előkészített eleggyel a javulás is kisebb. A befúvás ilyenkor nincs erős javító hatással az amúgy is jó gázátbocsátó képességre. Pl. *Hazard* szerint olajbefúváskor [2]

zsugorított dús elegyre 1,8 (Ougrée és Cornigliano)
osztályozott ércre ... 2 (Louvroil)
előkészítetlen ércre .. 2,4 (Pompey)
a helyettesítési arány.

Ugyancsak megállapítható, hogy a nehéz olaj nagyobb egyenértékűséget ad, mint a könnyű.

Cordier szerint olajbefúváskor [5], [6]

zsugorítmánnyal 1,7
jól előkészített eleggyel 2,0
rosszul előkészített eleggyel 2,4
a helyettesítési arány.

Az egyenértékűség szénporbefúváskor 1—1,13 kg szén/kg koksz [3], [16], [24], kamragázzal 0,65 kg koksz/m^3 kamragáz [12].

Természetesen nem biztos, hogy a leggazdaságosabb üzem a legnagyobb helyettesítési arányon van, mivel ez nem változik együtt a termelékenységi mutatóval, pedig a termelékenység a teljes önköltséget az aránylag állandó költségek és más egyéb tényezők fajlagos változása miatt nagymértékben megváltoztatja.

A fenti kérdéscsoportokon kívül egy-két érdekesebb véleménnyel, közléssel szeretnénk foglalkozni:

Raick—Brassert szerint a teljesítményt kétszeresére lehet növelni, a kokszfogyasztást pedig felére lehet csökkenteni földgáz, vagy olaj + oxigén együttes használatával [13]. A jó hőátadás érdekében a befúvást 1100—1300 C°-on kell végezni. Ezért a földgázt és az oxigént célszerű előmelegíteni. Az olaj előmelegítése nem szükséges, sőt némi gázbefúvás is lehetséges.

A szerzők valószínűleg már a bontott földgáznak 1100—1300 C°-os előmelegítésére gondolnak, mivel a nyers földgáz 500 C° fölötti hőmérsékleten bomlik.

Ju-Su Pej állítása szerint legalább 10%-os vízgőzzel dúsított levegő befúvásával és 2 atm-t meghaladó toroknyomáson a nagyolvasztó teljesítményét meg lehet kétszerezni [18]. Ezt az elméleti megállapítást kísérleti eredményekkel kellene alátámasztani.

Hattingenben 0,6 m medenceátmérőjű kísérleti kis nagyolvasztóban CO_2 befúvási kísérletet végeztek [19]. A fúvószél CO_2-tartalmát 16,6%-ra, oxigéntartalmát 45%-ra dúsították. A nyersvastermelést a kokszfelhasználást állandó szinten tartva 40%-kal lehetett növelni. Az indirekt redukció mértéke a kb. kezdeti 65%-ról közel 100 százalékra emelkedett. Az indirekt redukció a legnagyobb értéket már a 12%-os széndioxid-dúsítással elérte, az efölötti dúsítás már nem hozott javulást.

Ez a kísérlet az egyéb CO_2-dús gázok felhasználhatósága szempontjából érdekes s úgy látszik, hogy ezeknek a gázoknak a felhasználásával is célszerű foglalkozni.

Cordier ajánlja a N_2 befúvást a nagyolvasztóba [5], [6]. Szerinte a nitrogén szerepe a hő közvetítés, s mivel szegény ércbetétekben kevés a hőt közvetítő gáz, a külön N_2-befúvásnak is lehet jelentősége. Szerző arra az esetre, ha a szénhidrogén-befúvással dolgozó nagyolvasztó erősen lehűl és a forrószélhőmérséklet tovább már nem emelhető, N_2-befúvást javasol, amíg az adag elegykönnyítése a medencébe leér. Megállapítja, hogy szénhidrogénbefúváshoz egyáltalán nem hasznos a vízgőz használata. A N_2 használhatóságát hangsúlyozza a biztonságos üzem szempontjából is.

A befúvással kapcsolatban az alábbi következtetést vonja le:

Ha a koksz drága, nagy C/H_2 viszonyú anyag fúvandó be igen nagy fúvószélhőmérséklettel.

Ha a nagy termelés fontos, akkor nagy H_2/C viszonyú anyagot kell befújni, nagy fúvószélhőmérséklettel.

Ha a zsugorított elegy ferrumtartalma nagy, akkor oxigéndúsítás és nagy C/H_2 viszonyú anyagok befúvása célszerű, ha az oxigén olcsó.

Vasszegény eleggyel lassú járatkor nitrogén befúvása gazdaságos lehet, ha a nitrogén olcsó.

Nitrogén befúvása az állandó termelésnövelés korában igen szokatlan számunkra. Azonban lehűléskor a levegőmennyiség csökkentése helyett valóban célszerűnek látszik a nitrogénbefúvás, mert így a forrószéllel bevitt hőmennyiség nem csökken. Ellene szólhat az, hogy a N_2-tartalom növekedése a gázban csökkenti a CO és H_2 redukciós sebességét. Szegény ércek feldolgozásakor a N_2-befúvásnak nem tulajdonítunk jelentőséget. A N_2-befúvás egyébként is csak nagy teljesítményű oxigéngyárak mellett levő nagyolvasztóhoz jöhet számításba, azonban célszerűsége és gazdaságossága még így is erősen kétséges.

Sapovalov földgázzal dolgozó nagyolvasztó lehűlése alkalmával a medence felmelegítésére földgáz helyett pakurát javasol befúvatni [7]. A pakura kisebb hőigénye valóban a medence felmelegedését okozhatja anélkül, hogy a gázok redukáló munkája csökkenne.

Decker a Liège- nagyolvasztó olaj-, gázbefúvással kapott kísérleti eredményeit felhasználva megállapítja, hogy a CO által végzett redukció főként a fúvóövben keletkező gázmennyiségtől függ, a redukcióban reagáló H_2 részesedése mintegy 37%-ban állandó [1].

A Bureau of Mines kísérleti nagyolvasztóban nagy nedvességtartalmú levegőbefúvásos kísérletek során a kokszfogyasztás csökkent és a termelés növekedett [22]. A levegő max. nedvességtartalma 75,5 g/Nm³ volt. Ilyen nagymérvű levegőnedvesítés üzemi viszonyok között csak nehezen képzelhető el.

Mi a teendő, ha a nagyolvasztó a maximális forrószélhőmérséklettel van üzemben és valamilyen okból lehűl? A vonatkozó irodalom alapján az alábbiak ajánlhatók :

A szokásos fúvólevegővel dolgozó nagyolvasztóban a hőállapot szabályozására legcélszerűbb a levegőnedvesítést használni.

Földgázzal dolgozó nagyolvasztóban lehűléskor, ahol erre mód van, olajbefúvásra kell áttérni.

Olajbefúvással dolgozó nagyolvasztóban az irodalmi adatok elég ellentmondók ezzel kapcsolatban. A nedvesítés változtatásával való szabályozást egyesek ajánlják, mások elvetik. *Cordier* lehűlésre a N_2-befúvást javasolja [6].

Célszerű a maximális forrószélhőmérséklet alatt dolgozni, hogy lehűlés bekövetkezésekor legyen elegendő hőtartalék.

Hazai eredmények

Hazánkban jelenleg mindhárom kohóműben folyik szénhidrogénbefúvás. A Lenin Kohászati Művekben földgázt, az Ózdi Kohászati Üzemekben és a Dunai Vasműben olajat fújnak a formákon keresztül a nagyolvasztókba.

Lenin Kohászati Művek

Az adottságoknak megfelelően ez a mű kezdte meg először a kísérleteket s 1960 májusában vezették be a földgázt a III. sz. nagyolvasztóba.

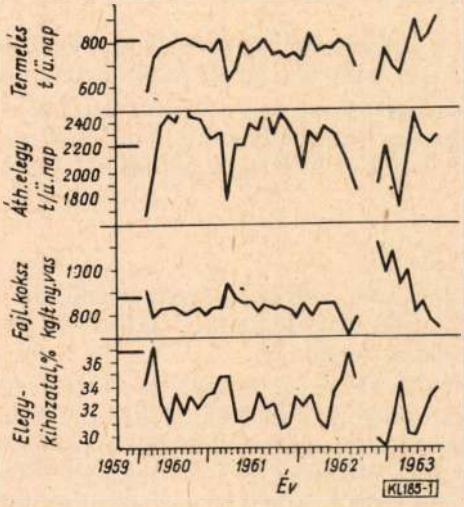
A gázt a formák fedelébe vágott nyílásokon keresztül juttatták a levegőáramba.

Mivel a befúvás jó eredményeket hozott, rövidesen bevezették az I-es és II-es sz. kisebb méretű nagyolvasztókba is. Az utóbbiakban azonban a várt eredmények nem mutatkoztak, ezért itt a földgázbefúvatást beszüntették.

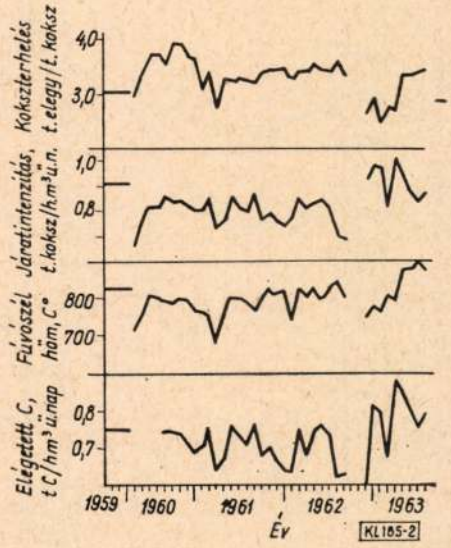
A III. sz. nagyolvasztóval elért eredmények az 1. és 2. ábrán láthatók. Bázisként 1959. év negyedik negyedéve van feltüntetve a diagramon (baloldalt levő vízszintes vastagabb vonal). Ebben a negyedévben egyébként igen jó eredmények voltak.

Az *1. ábra* szerint a termelés az alapadathoz viszonyítva kismértékben csökkent, de ezt bőven indokolja az elegykihozatal nagymérvű romlása (36,87%-ról egész 28,39%-ig). Az áthajtott elegymennyiség megnövekedett. A fajlagos kokszfogyasztás bár nagy volt, az elegykihozatalromlás mégis jelentősen csökkent.

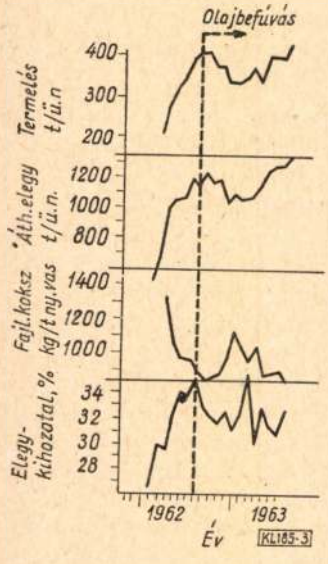
A *2. ábra* szerint a kokszterhelés növekedett,



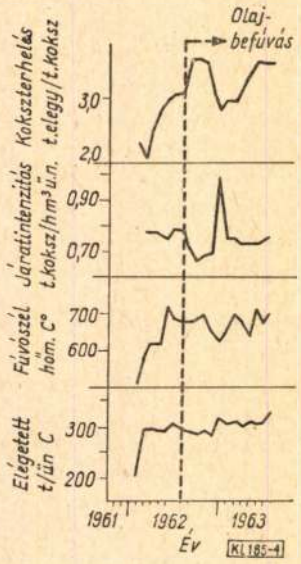
1. ábra. LKM III. sz. nagyolvasztójába a földgázbefúvás fajlagos eredményei



2. ábra. LKM III. sz. nagyolvasztójába a földgázbefúvás fajlagos eredményei



3. ábra. OKÜ II. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei



4. ábra. OKÜ II. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei

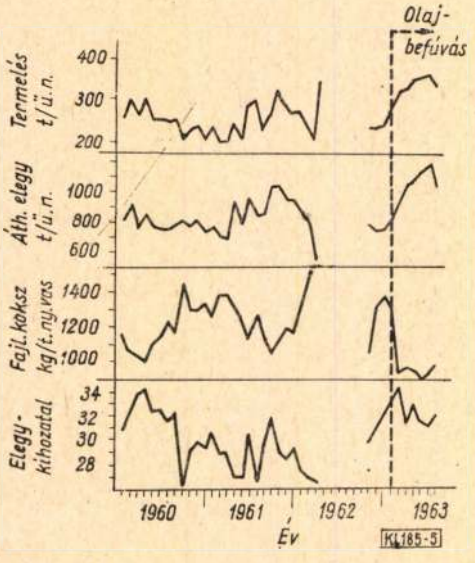
az elégetett karbonmennyiség is csökkent, a fúvószélhőmérséklet pedig közel állandó maradt.

Érdekességként megemlítjük, hogy a befúvott földgázmennyiség esetenként jóval meghaladja az irodalomban közölt átlagos adatokat (153,1 Nm³/nyv).

Ózd [21], [26]

Ózdon 1961 augusztusában kezdődtek meg a kísérletek fűtőolajjal, amikor azt az I. sz. nagyolvasztóba vezettük be.

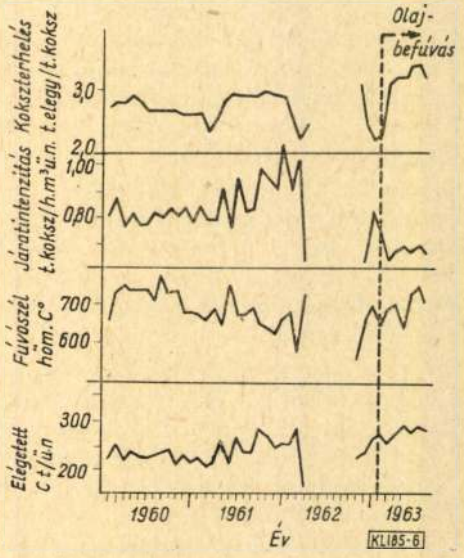
Először kb. 2 m hosszú, sűrített levegőporlasztással működő olajégőkkel kísérleteztünk, de ezek fokozatosan eltömődtek, elkokszosodtak *(3. ábra)*. Ezután tértünk át a fúvócsőbe ferdén behelyezett injektorra, amelyen keresztül az olaj porlasztás nélkül jut a levegőáramba. Ez a berendezés



5. ábra. OKÜ III. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei

— előbb sűrített-levegő hűtéssel, majd anélkül — azóta is kifogástalanul működik. Mivel a kísérletek jó eredményeket hoztak, az olajat rövidesen bevezettük a másik három nagyolvasztóba is.[1]

Az I-es és IV. sz. nagyolvasztó eredményei inkább ismertek, ezért most csak a II. sz. nagyolvasztó eredményeit *3.* és *4.*, valamint a III. sz. nagyolvasztó eredményeit bemutató *5.* és *6. ábráit*



6. ábra. OKÜ III. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei

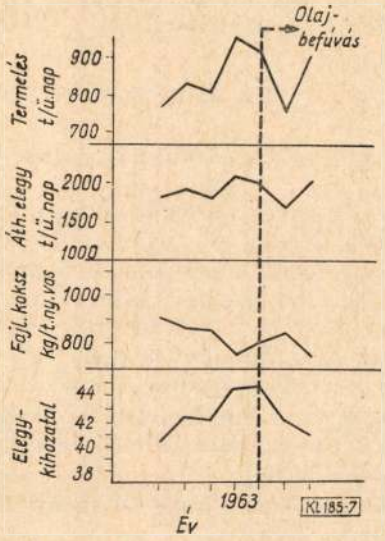
közöljük. A függőleges szaggatott vonal az olajbefúvás kezdetét jelenti. A diagramokról leolvasható, hogy a termelés és az áthajtott elegymennyiség növekedett, a fajlagos kokszfogyasztás csökkent, az elegykihozatal az olajbefúvástól függetlenül változott. Ugyancsak növekedett a koksz elegyterhelése, az elégetett kokszmennyiség csökkent, viszont kismértékben növekedett az elégetett C mennyisége, a fúvószélhőmérséklet pedig közel állandó maradt.

Dunai Vasmű

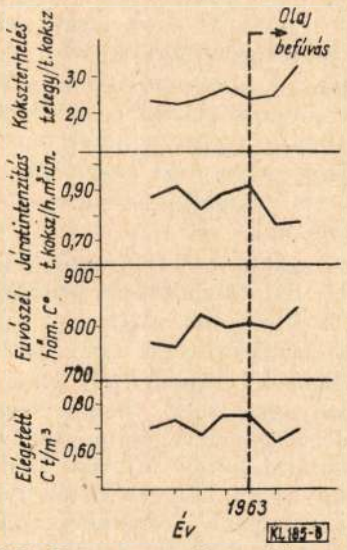
A Dunai Vasműben az olajbefúvás 1963 júniusában kezdődött meg az I. sz. nagyolvasztóban, az Ózdon jól bevált befúvóberendezéssel. Az olajat rövidesen bevezették a II. sz. nagyolvasztóba is. Különösen azért érdekes a Dunai Vasműben végzett olajbefuvás, mert itt szürkevasgyártás is folyik és ezzel kapcsolatban még nincsenek tapasztalataink.

Mivel a II. sz. nagyolvasztóra még csak egy hónapos eredmények ismeretesek, ezért csak az I. sz. nagyolvasztó eredményeit ábrázoló diagramokat mutatjuk be acélnyersvas gyártása idejéből. A függőleges szaggatott vonal szintén az olajbefúvatás kezdetét jelenti. A *7.* és *8. ábrák* acélnyersvasgyártásra vonatkoznak. Mint látható, a termelés közel állandó maradt, bár az elegykihozatal csökkent. Az áthajtott elegymennyiség közel állandó, a fajlagos kokszfogyasztás pedig, bár az elegykihozatal romlott, mégis csökkent. A koksz

[1] A vonatkozó ábrákat a KL. 1963. évi 3. számban már közöltük.



7. ábra. A DV I. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei



8. ábra. A DV I. sz. nagyolvasztójába az olajbefúvás fajlagos eredményei

elegyterhelése jelentősen megnőtt, az elégetett kokszmennyiség csökkent, az elégetett karbonmennyiség közel állandó maradt, a fúvószélhőmérséklet pedig emelkedett.

Olajbefúvásos szürkenyersvasgyártásról még csak igen rövid időszak adatai állnak rendelkezésre, ezekből határozott következtetéseket nem lehet levonni, a hosszabb időszak adatai azonban igen értékesek lesznek.

Szürkevasgyártáskor a szénhidrogénbefúvásoktól a szakemberek általában nem vártak jó eredményeket, mert a medencehőmérséklet csökkenése miatt a Si-redukció romlására számítottak.

Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy az elméleti égéshőmérséklet valóban csökken, de csak akkor, ha a forrószélhőmérsékletet nem emeljük a megfelelő mértékben. Az elméleti égéshőmérsékletet a karbon CO-vá való elégése, a vízgőz és a szénhidrátok bomlási hője, a fúvószéllel bevitt hő és a medencegáz mennyisége határozza meg. Ez azonban nem jellemzi teljes mértékben a medence hőmérsékletét. Igen nagy térben folyik a karbonnak a CO_2-ig való oxidációja, ebben az esetben jóval nagyobb hőmérséklet keletkezik. Nincs alapunk arra, hogy az elméleti égéshőmérsékletet úgy fogjuk fel, mint a medencehőmérséket egyetlen meghatározó tényezőjét.

Az egyik külföldi kohóműben szürkenyersvasgyártáskor 1033 m³-es nagyolvasztóba 164 Nm³/t ny.vas mennyiségű földgázt fújtak be. A nagyolvasztó termelése 11,1%-kal nőtt, a fajlagos kokszfogyasztás 13,3%-kal csökkent. Ez a nagyolvasztó igen rossz eleggyel dolgozott, s ekkor a szénhidrogénbefúvás javító hatása jobban érvényesül [27].

Szürkenyersvas gyártásakor a szénhidrogénbefúvás hatása még nincs egyértelműen tisztázva. A Dunai Vasműben kapott eredmények közelebb visznek majd bennünket a kérdés tisztázásához.

IRODALOM

[1] *Decker, A. M.:* Journal of Metals 1961. I. 41—44. o.
[2] *Hazard, P.:* Journal of Iron and Steel Institute 1961. 12.
[3] Szén bevezetése nagyolvasztó tüzelőanyagként, Steel 1962. 150. 16. o.
[4] A nagyolvasztóban való nyersvasgyártás jövője. I. Ülésszak: Injektáló eljárások. Iron and Steel. 1961. december 20.
[5] *Cordier, J. A.:* Revue de Metallurgie 1961. X. 15. 92—116.
[6] *Cordier, J. A.:* Journal of Metals 1961. I. 31—36.
[7] *Sapovalov, M. A.:* A kombinált fúvólevegő alkalmazásának néhány kérdése. NTO. Tom. XXIX. 1961.
[8] *Boriszov, J. Sz.—Fofanov, A. A.:* Sztalj. 1961. 6. 492—98.
[9] *Bonnaure, E. P.:* Revue de Metallurgie 1961. I.
[10] Bureau of Mines kísérleti nagyolvasztójának működése olajbefúvással. Blast. Furnace and Steel Plant. 1961. 12. 1189—1196.
[11] *Sharp, K. G.:* Journal of the Iron and Steel Institute. 1961. IX. 69—75.
[12] *Sapovalov, M. A.:* Sztalj. 1958. V. 358—390.
[13] *Raick, J. O.—Brassert, J. E.:* Iron and Steel Engineer. 1952. 12.
[14] *Carlson, J. W.—Negomir, J. M.—Hodge, A. L.:* Iron and Steel Engr. 1962. 39. 12.
[15] *King, J. G.:* Coke and Gase. 1961. V0. 203—204.
[16] Szilárd tüzelőanyag befúvás a nagyolvasztóba. Iron Age 1962. 189. N°—16. 100—102.
[17] *Taylor, H. C.—Rombough, W. R.:* Blast Furnace and Steel Plant 1962. 1.
[18] *Puncochár, Z.:* Hutnik. 1961. 11—k. 1.
[19] *Spolders, R.—Wenzel, W.:* Stahl und Eisen 1961. II. 3. 149—154.
[20] *Boriszov, J. Sz.:* Bjulletyeny C. I. I. N. Cs. M.
[21] *Péntek I.—Bikics Z.—Horváth J.—Halász J.:* Olajbefúvásos üzemi kísérletek az ózdi nagyolvasztókban. Kohászati Lapok 1963. 5—6.
[22] *Ostrowski, E. I.—Kesler, G.—Melcher:* NB. Journal of Metals 1961. jan. 25—30.
[23] *Ischebeck—Heynert Beer.:* Stahl und Eisen. 1962. okt.
[24] *Simmers, E. M.—Mac Naughton, L.—Monson, J. R.:* Journal of the Iron and Steel Institute 1963. aug.
[25] *Tamáskovics N.:* Számítás ammóniaszintézishez alkalmas torokgáz előállítására. Tüzeléstechnikai Kutató Intézet, 1963.
[26] A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet hőtechnikai felmérése az ózdi IV. sz. kohó olajbefúvásos üzeméről.
[27] Az 1960. évi szovjet nyersvasgyártó konferencia anyaga.
[28] *Limpach, R.:* „Rev. univers mines" 1963. 19. N°6. 253—267.

A KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézet Égővizsgáló Állomása

BIKICS ZOLTÁN tud. munkatárs

DK 061.6 : 662.94/.95 : 683.87.001.5

Szakemberek előtt ismeretesek azok a kutatások, melyeket az 1948-ban megalakult Ijmuideni Lángkutatási Központ végzett. Nem kívánom ezek eredményeit összefoglalni, csupán méreteiben, szerkezeti felépítésében és a kutatások költségfedezésével kapcsolatban kívánom az ottani munkát leírni. A kérdéssel kapcsolatban leszögezhetők az alábbiak :

Iparilag nagyon fejlett, energiaforrásokkal bővelkedő államok indítottak kutatásokat az ipari lángok megismerésére, a kemence és az égetőberendezés kapcsolatának felderítésére, a bemenő energia forrásoknak a láng jellemzőire kifejtett hatás tanulmányozására.

Nem egy ország, hanem országok csoportja végezte a kutatásokat és a törzslétszámot (kb. 20 fő) időszakonként segédcsoportok egészítették ki.

Az Intézet csak alapkutatással foglalkozik, mivel az ipari kutatást a tagok önállóan végzik.

A magyarországi ipari kemencék évenként sok milliárd kalóriájú fűtőolajat és különféle gázokat használnak fel. E kemencék fogyatékosságainak kiküszöbölése tetemes mennyiségű hőt takarítana meg, ugyanakkor javítaná a termelékenységet és a termékminőséget is. Most csak a kemenceégőkre tervezett feladatokat említjük.

A hazai kemencéket égővel két forrásból látjuk el :

1. A nyugati nagy égőgyártó cégektől import útján.

2. Hazai tervezőknek egymástól elszigetelt tervei alapján az egyes üzemekben egyedi gyártású égők készülnek.

A mai helyzetet elemezve nyilvánvaló, hogy jelenleg kemencéink égői rendkívül változatos rendszerűek és teljesítményűek, valamint hatásfokuk is nagyon eltérő. Már régen felvetődött a gondolat, hogy célszerű volna ezeket az égőket üzemi jellemzőik alapján összehasonlítani és kiválasztani az egyes kemencék számára legelőnyösebb égőfajtát. A kérdéssel kapcsolatban felmerülnek egyéb feladatok is, mégpedig :

1. Az iparban használt égők fajtáinak csökkentése.

2. A szabványosítás.

3. Tudományos elvek alapján megtervezett égőket — gyártás és elterjesztés előtt — hosszabb idejű kísérletekkel kell kipróbálni és jellemzőiket meg kell állapítani.

Ilyen feladatokat az üzemi kemencék dolgozó égőivel nem oldhatunk meg, mert :

Zavarjuk a termelést.

Ismeretlen, vagy nehezen figyelembe vehető tényezők kiértékelhetetlen körüményeket teremtenek.

Az ipari kemencék zöme gyengén műszerezett, és még a legjobban ellenőrzött berendezések műszerezettsége is messze elmarad a kívánt állapottól.

Mivel a kemencék különfélék, nem képezhetünk az égők összehasonlítására azonos körülményeket.

Ezért 1960-ban a KGM Energia Osztálya és a KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézet úgy döntött, hogy a fentebb részletezett feladatok elvégzésére sokcélú, erősen műszerezett ipari kemence üzemet létesít, amely 0,05 Mkcal/h-tól 15 Mkcal/h hőteljesítményig mindenféle ipari égő kipróbálására és hőtechnikai bemérésére alkalmas. Ez az üzem a diósgyőri Lenin Kohászati Művekben azóta megépült és Égővizsgáló Állomás elnevezéssel megkezdte próbaüzemét.

Égőkísérleteinket hideg és meleg kísérletekre alapozzuk.

Hideg kísérletek alatt nyomásveszteségét vizsgáljuk sűrített- és ventillációs levegővel. Arányszabályozós rendszerű égők arányszabályozását vizsgáljuk, sebességet mérünk stb.

Az olajégőket külön berendezésen fogjuk vizsgálni. A berendezést vízzel és sűrített levegővel tartva üzemben az égőt szemcsefinomságra, szemcsemegoszlásra, porlasztási kúpszögre, sebességre, impulzusra stb. vizsgáljuk, illetve mikroszkópos méréseket végzünk.

Meleg vizsgálatok alatt az égőt a kísérleti kemencére felszerelt állapotában üzemszerűen működtetjük. A kísérletek alatt egy adott égővel rendszerezetten változtatjuk a bejuttatott energiahordozók jellemzőit (bemenő jel), pl. a fűtőanyagfajtát, fűtőanyagnyomást, mennyiséget, viszkozitást, levegőfelesleget, levegőhőmérsékletet, levegőnyomást, porlasztóközeg fajtáját, porlasztóközeg fajlagos mennyiségét, hőmérsékletét, nyomását stb. Mérjük a hőmérséklet, hőáramlás, emisszióképesség stb. adatait. Az adatokat különféle helyen mérjük ; így a láng tengelyében (maximum értékek!), az égőszájtól bizonyos távolságokra levő réseken át.

A megvizsgált égőt a hideg- és meleg kísérletek mérési adataiból felvett diagramokkal jellemezzük.

A kísérleti üzem leírása

A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet égővizsgáló üzeme az LKM-ben a gázgyár mellett települt. A telepítés helyére az energiafajták közelsége döntő volt. Az üzem két ipari csarnokból (25×10 és 12×10 m) áll, ezekben három lángkemence települt. Mindhárom kemencét műszerekkel különkülön elláttuk és minden kemencéhez mindenféle iparilag lényeges fűtőanyagot mérhető és regisztrálható mennyiségben vezettünk.

A három kemence energiatáplálási lehetősége a következő :

A jelű kemence.....	5—15	Mkcal/h
B jelű kemence.....	0,6—4	Mkcal/h
C jelű kemence.....	0,05—0,3	Mkcal/h.

A kemencéket teljesen acélpáncéllal vettük körül és SK 34-es samott-téglával falaztuk ki. A kemencékben nincs termelés és a betétet áramló vízzel hűtött csövek helyettesítik. A csövek a láng hossza mentén bizonyos távolságokra követik egymást. A keringetett hűtővíz 15 m magas hűtőtoronyból szivattyútelepen át kerül a kemencékbe, ahol MOM-rendszerű vízórák mérik a mennyiségét és ellenálláshőmérőn át MAW-kompenzográfok regisztrálják a hőmérsékletét. A három kemence közös 30 m magas falazott lemezkéményre dolgozik. Az *A* jelű kemencén háromlépcsős kereszt-egyenáramú rekuperátor van, amely izodrom szabályozóval vezérelt füstgázmegcsapoló huzaton át automatikusan, a bemenő égésváltozóktól független levegőhőmérsékletet biztosít. Hasonlóan előmelegített levegővel tartjuk üzemben a *B* jelű kemencét is (kétlépcsős kereszt-ellenáramú rekuperátor), ahol a füstgázok mennyiségének mérését egy falazott venturi-csatornával végezzük.

A *C* jelű kemencén nincsen rekuperátor. Jelenleg egy külső füstgázzal üzemben tartott rekuperátor beépítését tervezzük. (Ezáltal a levegőhőmérséklet a hőterheléstől különösebb üzemköltség nélkül függetleníthető.)

Az üzem egyéb létesítményei

a) A vízszivattyú gépházban két felváltva működtethető szivattyú és automatikus ipari-vízátkapcsoló van, ez utóbbi a lágyvíznyomás csökkenésekor ipari vízre vált át, lezárja a hűtőtornyot tápláló szakaszt és kinyitja a szennyvízelvezető hálózat felé a kemence vízleeresztő szelepét. A beépített automatika jelzést ad, ami a szivattyú meghibásodására, vagy áramkimaradásra utal.

b) A fűtőolaj-gépházban található a 3 m^3-es fűthető tárolótartály, gőzüzemű túlhevítőkkel, 2 db nyomásfokozó fogaskerékszivattyúval, szűrőkkel. Az olaj hőmérsékletét automatika szabályozza. Az automatika pneumatikus szeleppel szabályozza a túlhevítőre adagolható fűtőgőz mennyiségét. A PN-szelep munkajelét sűrített levegővel egy pneumatikus-elektromos erősítőről kapja, ezt pedig egy nyomásérzékelő berendezés vezérli. Erre van visszacsatolva a kimenő fűtőolaj hőmérsékletének jelzése, amelyet ellenálláshőmérők adnak. Az olajgépház segítségével a kemencék az alábbi négy változatban működtethetők :

LKM hálózatáról, illetve tárolótartályról (hálózati vagy szállítókocsis ellátás), túlhevítés nélkül, vagy túlhevítéssel.

A pakurát az üzemen belül és kívül közös szigetelésű melegítőgőz kíséri ellenáramban, mennyiségét a méréshatár szerint átkapcsolható MOMOVAL 2020 és Bopp-Reuter oválkerekes órákkal mérik.

c) A villamos központból az áramellátás két egymástól független helyről van biztosítva (külön bekötésen a világítási, illetve ipari áram). Ezenkívül a vészvilágításról külön villamos gépegység gondoskodik. Ez nagyon fontos, hiszen kísérleti üzemről van szó. A kapcsolható áramfajták :

Ipari áram 380 V (motorok, hegesztődinamó).

Világítási áram 220 V (higanygőzlámpák, izzók, neonok).

Világítási áram 24 V (műszerházak, robbanásveszélyes helyek).

d) A telep földgázelosztó központjába a gáz az LKM földgázfogadó állomásáról 3,6—3,8 att nyomáson érkezik. Raschig-gyűrűs szűrővel szűrjük és víztartalmát lecsapjuk. Utána tolózár, pneumatikus gyorszáró szelep és nyomásszabályozó van beépítve, majd a gáz elosztódobba kerül, ahonnan 3,5 att állandó nyomással az *A* és *B* jelű kemencékhez leágazik. E dobon van a szellőztető gyertya is. A kisnyomású kör hasonló, de ez 0,1—1 att nyomásig redukál. A későbbi évekre nagynyomású (12 att) földgáz bevezetését is tervbe vettük; ezt nagynyomású hajduszoboszlói földgázból, vagy gázkompresszor beépítés révén kívánjuk nyerni,

Az üzem szabályozástechnikai és balesetvédelmi létesítményei

Az Égővizsgáló Üzem területére a következő energiafajták érkeznek :

1. A kohógázt 200 mm v. o. túlnyomású, 90 mm Ø-jű vezetéken kapjuk. Érdekessége, hogy karimázás helyett gumigyűrűvel zár a tolózára. A vezetékbe épített Askania-vezérlésű lepkeszelep gondoskodik a nyomásszabályozásról. Az *A* és *B* jelű kemencékhez menő vezetéken ugyancsak vannak Askania-nyomásszabályozók. Az *A* jelű kemencéből kis-nyomású földgáz bekeverésével bármely összetétű földgáz-kohógázkeverék juttatható. A keverést arányszabályozó végzi. A *B* jelű kemence részére a fentieken kívül még generátorgáz is bekeverhető (szintúgy arányszabályozással).

2. A generátorgázt 150 mm v. o. túlnyomású 600 mm Ø-jű vezetéken tisztított és növelt nyomással kapjuk. Csupán a *B* jelű kemence számára ad gázt. Nyomásszabályozása nincs, arányszabályozása a *B* jelű kemence leágazó szakaszában a kohógázéval közös.

3. A földgáz nyomása 3,6—3,8 ata. Szabályozó berendezéseit már tárgyaltuk. Balesetvédelmi berendezései közé tartozik 2 db NA 100-as PN szelep, amely munkajelkimaradásra zár. Ez a PN szelep áramkimaradáskor is lezár, mert körében háromúton működő mágnesszelep van, ez a behúzáshoz szükséges áramot az ipari áram két fázisáról kapja. A földgázelosztó központban ezen kívül még 2 db szilfonmembránós kapcsoló is van. Ezek a maximális nyomás túllépésekor billenő higanykapcsolóval szakítják meg a háromúton működtethető szelep áramkörét. Megjegyezzük még, hogy a ventillátorlevegő nyomáskimaradást észlelő szilfonmembrán-kapcsolója is ebbe a körbe van bekötve, s így az égéslevegő kimaradásakor a kemencék robbanása elkerülhető. (Természetesen az *A* és *B* kemencék égéslevegő-kimaradás biztosítása átkapcsolható rendszerű.)

4. Az üzem mindenféle fajtájú és nyomású fűtőolajjal dolgozhat. Ipari pakuraégők vizsgálatáról lévén szó természetesen jó ideig csupán az LKM által használt üzemi pakurát fogjuk használni. Később majd a lángvizsgálatok keretében különféle fajta tüzelőanyag vizsgálatával is foglalkozunk. Jövőre tervezzük egy HB-rotoviszkozi-

méter beépítését, mivel nagyon fontos az olajtüzelések viszkozitását állandó szinten tartani.

A fűtőolaj körforgására vezetéket építünk a visszakeringtetéses rendszerű olajégők vizsgálatára. Az olajnyomás szabályozását is meg kívánjuk oldani. Jelenleg az olajnyomás csökkenésére jelzőlámpa és kürt figyelmeztet.

5. A gőzt 5 ata nyomáson kapjuk. Szabályozóberendezése nincs. A nyomáscsökkenést jelzőrendszer érzékeli. A későbbi években túlhevítőberendezés felszerelését tervezzük, ugyanis kívánatos az égők üzemében maximális mozgásmenynyiségre törekedni.

6. A sűrített-levegőt 5 ata nyomáson kapjuk. Durva szűrését fémforgáccsal végezzük. Nyomáscsökkenését lámpa és kürt jelzi.

7. Az égéslevegőt üzemen kívül telepített ventillátorok szolgáltatják. A korábban említett módokon rekuperátorokban melegítik elő. A levegőmennyiség szabályozása Askania-távműködtetővel, illetve Askania-arányszabályozóval van megoldva.

Az Égővizsgáló Üzem műszerezése

A szabályozóberendezésekhez tartozó műszereket már fentebb ismertettük. Az üzem egyéb műszerei a mérésekkel kapcsolatosak.

Megkülönböztetjük egymástól az adóműszereket és a vevőműszereket. Talán furcsának látszik ez a megkülönböztetés, hiszen az iparban sohasem beszélünk külön a jelet adó műszertartozékokról itt mégis fontos, mert a jeladó műszerek különálló egység gyanánt, az általában ismerteknél jóval bonyolultabb célfeladatokat végeznek (pl. hőáramlásmérő, nyomásátalakító, pneumatikus venturi-pirométer stb.), mint az adóműszerek. Mindkét csoportban ezenkívül megkülönböztetjük azt, hogy az illető műszer mit mér, azaz: bemenő jelet (bevitt energiafajták valamely állapotjellemzője p. V. T.), illetve kijövő jelet (a kapott lángfáklya valamely állapotjellemzője q, ε, T, W stb.).

Ismertetőnkben nem térhetünk ki a műszerállományunk átfogó ismertetésére, csupán érzékeltetni kívánjuk meglevő lehetőségeinket. Összegezve: a három égővizsgáló kemencénél jelenleg az alábbi vevő műszereket találhatjuk:

17 db MAW kompenzográf (12 méréshelyű),
9 db Regula Hg-úszós műszer,
7 db Junkalor billenőgyűrűs műszer,
4 db Hartman—Braun billenőgyűrűs műszer,
1 db Junkalor térnyomás regisztráló,
3 db Willy—Giede automata füstgázelemző regisztráló műszer,
2 db Magnos oxigénelemző,
70 db MOM rendszerű vízóra 3—7 és 10 m^3/h névleges teljesítménnyel.

A felsorolásból látható, hogy a műszerezettség az energiafajták regisztrálására és a kijövő jelek érzékelésére kielégítő.

A fentieken kívül intézetünkben fejlesztettük ki az alábbi mérőeszközöket:

1. Hővezetőképesség mérésre támaszkodó ernyőzött hőáramlásmérő, amely a ráeső sugárzást és konvekciót kcal/$m^2 \cdot h$ dimenzióban méri.

2. Pneumatikus elven dolgozó elszívópirométerek klf. torlóelemekkel, amelyek bármely gázközeg bármilyen hőmérsékletét mérhetik.

3. Bronzszűrővel működő korommintavevő szonda.

4. Füstgázmintavevő szonda.

5. Emisszióméréshez szolgáló vízhűtéses szonda.

6. Hidegvizsgálatra szánt forgószegmensű cseppmintavevő készülék.

Az üzem személyzete

Az üzem állandó személyzete feladata szerint három csoportra osztható, éspedig: üzemfenntartó csoport 17 fő, kísérleti csoport 10 fő, elemzést-végző csoport 4 fő.

Az üzem jelenlegi állapotának ismertetése

A múlt év végére a Tüzeléstechnikai Kutató Intézet égővizsgáló üzeme teljesen elkészült s mindhárom kemencét a hozzátartozó segédberendezésekkel és energiahálózatokkal együtt kipróbáltuk. Az üzem szociális létesítményei is elkészültek.

1964-ben elsősorban új tüzelőberendezések kifejlesztésével foglalkozunk. Ennek keretében 20 különböző teljesítményű és nyomású földgázégőt fejlesztünk ki a budapesti földgázprogram végrehajtásához, továbbá léghevítő és martinkemence égők vizsgálatát kezdjük meg.

Az intézet világszínvonalon álló tüzelőberendezések kifejlesztésével és ezek hazai gyártásának megszervezésével kívánja elérni, hogy iparunk a tüzelőanyagot a legjobb hatásfokkal és a legkorszerűbb üzemviszonyok között használjuk fel.

HIBAIGAZÍTÁS

Az 1964. évi 10. számban egy sajnálatos hiba van. Dr. Jobaházi Jenő „Kísérletek a közvetlen adagolású gázcementáló kemence teljesítményének növelésére" című cikkben. A 483. oldalon levő 1. ábra aláírása alól kimaradt a következő apróbetűs szöveg:

„A görbék a következő hőmérsékletet jelentik
1 = 870 C°, 2 = 890, 3 = 910, 4 = 930, 5 = 850 C°"

A hibáért elnézést kérünk, s kérjük az ábrát megfelelően átjavítani.

A szerkesztő.

Kovács- és sajtoló berendezések termelési kapacitása és a gyártmányok súlya közötti kapcsolat matematikai vizsgálata*

TAKÁTS LÁSZLÓ okl. gépészmérnök

DK 621.735.621.979.1/.4:658.513.4

A legutóbbi években mind szélesebb körben alkalmazzák a matematikát, különösen a matematikai statisztika módszereit üzemi eredmények kiértékelésére. A korszerű matematikai módszereket a termelést kialakító tényezők vizsgálatára a kovács- és sajtoló üzemekben is fel lehet használni, az elérhető eredmények elősegíthetik a gazdaságosabb üzemvezetésre irányuló törekvéseket.

A kovács- és sajtoló üzemek termelési eredményére igen sok tényezőnek van hatása és a termelési eredmény e tényezők abszolút értékétől nagy mértékben függ. A kovács- és sajtolóüzemek termelését általában a termékek súlyával szokták kifejezni, ami különösen üzemi célokra készülő összehasonlításra jól használható és megfelelő kiértékelési alapot ad. A termelést módosító tényezők a gépek munkaidő-kihasználása, a darabok egységsúlya, a szerszámellátás folyamatossága, a munkadarabok fajlagos munkaigénye, a gépjavítás és egyéb külső ok miatt kiesett munkaidő, a gépkezelők hozzáértése és munkateljesítménye, valamint még sok más kisebb jelentőségű tényező.

A sok módosító tényező hatásának nagyságáról vagy törvényszerűségeiről számszerű összefüggések nem állnak rendelkezésünkre. Ha a tényezők hatását vizsgálni kívánjuk, akkor fajlagosok bevezetésével csökkenthetjük a vizsgálatba bevonni szükséges tényezők számát. Ha például a súlyba kifejezett termelési eredményt valamilyen egységes üzemidőre számítjuk vissza, akkor a gépek kihasználtságából eredő legnagyobb hatású tényező kiesik. A megmaradó tényezők közül ugyanazon üzemre aránylag rövid időtartamon belül a legnagyobb hatású tényező — üzemi megfigyelés alapján — a darabok egységsúlya, ha azonos átlagos bonyolultsági fokkal számolunk. A többi tényező hatása kisebb, vagy egyáltalában nem érvényesül a termelési eredmény kialakításában, mivel a termelés eredményét fajlagos üzemidőre számítottuk át. A fajlagosok bevezetése révén a gépjavítás, szerszámhiány, anyaghiány stb. miatt bekövetkezett termeléskiesés hatása elmarad, míg mások, legalábbis a vizsgálat egy időszakában, kis módosító hatásuk miatt elhanyagolhatók.

Joggal érdekli az üzem vezetőit és az üzem körülményeit vizsgáló üzemgazdászt, hogy az egyes tényezők milyen hatással vannak a súlyban kifejezett termelési eredmény kialakítására egyenként, vagy összesen, de legalábbis a legerősebben módosító tényezők függvényében. Nézzük meg elsősorban, hogy feltételezhető-e valamilyen összefüggés a gyakorlat szerint legnagyobb hatású átlagos darabsúly és az üzem súlyban kifejezett termelése között. A tapasztalat szerint valamilyen pozitív összefüggés van a két tényező között, ugyanis, ha a darabok átlagos súlya növekszik, ugyanakkor növekszik a termelt mennyiség is, viszont az átlagos darabsúly csökkenése az üzemben termelt mennyiség csökkenését vonja maga után, azonos időtartamot és közel azonos üzemi körülményeket feltételezve. Indokolt tehát az a kívánság, hogy valamilyen tényleges összefüggést keressünk a két tényező között és ennek felhasználásával ellenőrizzük, vagy tervezzük az üzem valóságos vagy várható termelési eredményét.

A matematikai-statisztikai módszerek üzemi felhasználása lehetőséget ad arra, hogy két, ha szükséges több tényező között olyan összefüggést tárjunk fel és számítsunk ki, ami a feltett kérdésre választ ad. De módunk van arra is, hogy az összefüggések szorosságát is megvizsgáljuk, valamint a bekövetkező események valószínűségét is számszerű értékkel kifejezzük. Az alkalmazható módszer a regresszió-számítás[1].

A matematikai összefüggések részletes ismertetése nélkül üzemi példákon fogjuk a módszer használatának lehetőségét bemutatni. A táblázatok kitöltéséhez a számtani műveleteket lehetőleg több tizedes pontossággal és kézi szorzógép segítségével kell elvégezni, mert a logarléc pontossága nem kielégítő. Előfordulhat ugyanis, hogy a logarléc használatából olyan hibák származnak, melyek az eredményt teljesen meghamisítják.

Az első példa egy frikciós sajtó termelése és a gyártott kovácsdarabok között fennálló összefüggést feltüntető regressziós függvény kiszámítását mutatja be. Az egyszerűség kedvéért az üzemi termelési adatokat nem tüntetjük fel, csak az ezekből számított adatokat, mégpedig X jelenti a gyártott kovácsdarab havi átlagos darabsúlyát kg/db, míg Y értéke 1000 gépi óra alatt termelt kovácsdarabok súlyát jelenti kg-ban, ugyancsak a havi termelési eredményből számítva. A regressziós összefüggés ez esetben lineárisnak tekinthető és a következőkben ismertetett egyszerű módszerrel számítható.

A számítás elvégzéséhez elsősorban egy táblázatot kell készíteni *(1. táblázat)*, melynek egyes oszlopaiba a következő értékeket írjuk be:

N a sorszám,
X a független változó, jelen esetben darabsúly, kg/db,
Y a függő változó, jelen esetben 100 gépi óra alatt gyártott gyártmányok súlya, kg/100 óra,
x az X eltérése az átlagtól,
y az Y eltérése az átlagtól,
xy, x^2, y^2 } x és y-ból értelemszerűen számíthatók.

[1] A regresszió-számítást matematikai kézikönyvek részletesen ismertetik, az érdeklődő mérnökök részére magyar nyelvű irodalom áll rendelkezésre.

* A szerkesztőségbe érkezett 1964 májusában

Számítási táblázat az 1. számpéldához 1. táblázat

N	X	Y	x	y	xy	x^2	y^2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4,40	218,0	0,56	— 93,3	— 52,24	0,3136	8 704,89
2	2,02	33,5	—1,82	—277,8	505,59	3,3124	76 729,00
3	3,55	210,0	—0,29	—101,3	29,37	0,0841	10 261,69
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
8	4,55	212,0	0,71	—99,3	—69,51	0,5041	9 860,49
9	4,50	490,0	0,66	178,7	107,22	0,4356	31 933,69
Σ	34,62	2801,5	—	—	863,25	6,0792	248 911,03

Az 1. táblázat *1.* oszlopa a sorszám, egyben a vizsgálatba bevont értékpárok számát adja, a *2.* és *3.* oszlopba a már említett módon egységes alapra redukált üzemi eredményeket vezetjük be. A *4.* és *5.* oszlopban az X és Y átlagtól való eltérést tüntetjük fel, melyet soronként külön számítunk ki. X, illetve Y átlagát a *2.*, illetve a *3.* oszlop összegéből kapjuk az értékpárok számával N-nel való osztás útján. A változók átlaga :

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{34{,}62}{9} = 3{,}845, \qquad (1)$$

illetve

$$\overline{Y} = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{2801{,}5}{9} = 311{,}3 \qquad (2)$$

ebből számítható soronként az átlagtól való eltérés

$$X - \overline{X} = x \qquad (3)$$

$$Y - \overline{Y} = y \qquad (4)$$

A *4.* és *5.* oszlop kiszámítása után az eltérések szorzatát a *6.* oszlopba, míg négyzeteiket a *7.* és *8.* oszlopokba vezetjük be. A *6.*, *7.* és *8.* oszlopokat összegezni kell. Külön rámutatunk arra, hogy a *6.* oszlopban végzett műveletek során az előjelek egyértelmű és helyes használatára ügyelni kell.

A regressziós együttható és a regressziós függvény az 1. táblázat adataiból a következők szerint számítható ki :

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{863{,}25}{6{,}0792} = 142{,}0 \qquad (5)$$

$$a = \overline{Y} - b\overline{X} = 311{,}3 - 142{,}0 \cdot 3{,}845 = -226{,}6 \qquad (6)$$

$$Y' = a + bX = -226{,}6 + 142{,}0\,X \qquad (7)$$

A regressziós függvény (7) adja annak az egyenesnek az egyenletét, mely legjobban megközelíti az X és Y értékpárjaiból adódó ponthalmaz által képviselt törvényszerűséget. Módunkban áll azt is megvizsgálni, hogy a felírt függvény és a ponthalmaz értékpárjai között milyen szoros a kapcsolat. Ezt a korrelációs együttható fejezi ki, melynek képlete a következő :

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y^2}} \qquad (8)$$

Konkrét példánkban a korrelációs együttható értéke :

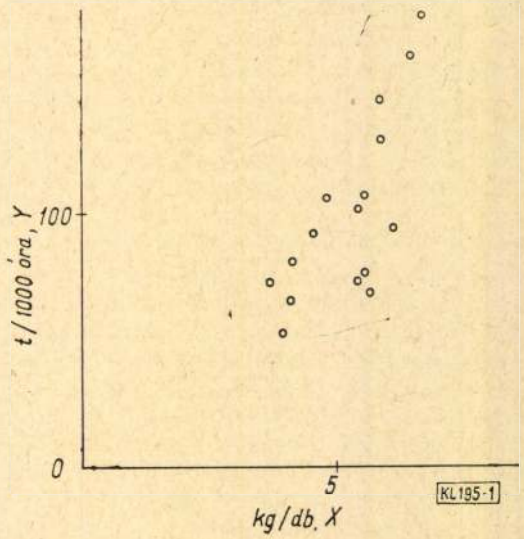
$$r = \frac{863{,}25}{\sqrt{6{,}0792 \cdot 248911{,}03}} = 0{,}70,$$

ami azt jelenti, hogy aránylag szoros kapcsolat áll fenn a (7) függvény és az 1. táblázat *2.* és *3.* oszlopában feltüntetett értékpárok között. A korrelációs együttható négyzetét is vizsgálni szokták, mert ez megadja, hogy a vizsgált független változó milyen mértékben befolyásolja a folyamatot. Mivel a korrelációs együttható mindig egynél kisebb, a négyzete is az lesz, jelen esetben :

$$r^2 = 0{,}49$$

ami azt jelenti, hogy a vizsgált esetben a kovácsdarabok átlagos darabsúlya 49%-ban hatott a termelés regressziós függvény alakjában felírt eredményére, míg 51%-ban más tényezők hatásának tulajdonítható a termelés eredményének az alakulása. Ezt a fel nem derített részt további megfigyelésekkel gyűjtött adatok alapján hasonló értékeléssel lehetne vizsgálni, ha még jobban fel kívánjuk tárni az üzem termelését befolyásoló okokat és összefüggéseket.

A második példa nem egyetlen gép termelési adatait dolgozza fel, hanem sokkal szélesebb körre terjed ki és azt mutatja meg, mint lehet egy süllyesztékes kovácsüzem termelése és a gyártott darabok átlagos darabsúlya között fennálló összefüggést kimutatni. A példában feldolgozott süllyesztékes kovácsüzemben különböző rendszerű és nagyságú süllyesztékes kalapácsok, ellenütőkalapácsok, valamint frikciós sajtók dolgoznak,

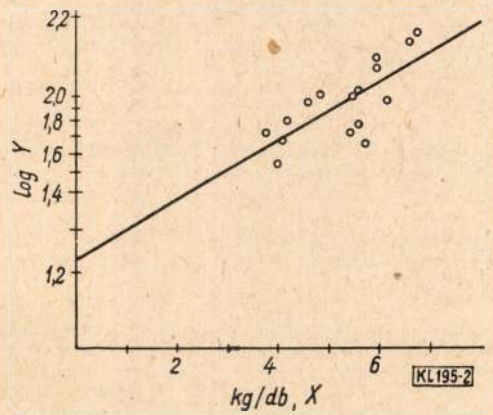


1. ábra. Egy süllyesztékes kovácsüzem 16 havi fajlagos termelési eredménye

Számítási táblázat a 2. számpéldához 2. táblázat

N	X	Y	log Y	x	y	xy	x^2	y^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,56	95,5	1,9800	0,7325	—0,0034	—0,0025	0,5366	0,00001
2	5,46	72,5	1,8603	—0,1657	0,1163	—0,0194	0,0281	0,0135
3	5,95	143,0	2,1553	—0,6575	—0,1787	0,1175	0,4323	0,0319
4	6,15	96,5	1,9845	—0,8575	—0,0079	0,0068	0,7353	0,00006
5	5,50	101,0	2,0043	—0,2075	—0,0277	0,0057	0,0431	0,0008
6	4,85	105,5	2,0232	0,4425	—0,0466	—0,0206	0,1958	0,0022
7	3,75	73,5	1,8662	1,5425	0,1104	0,1703	2,3793	0,0122
8	5,70	66,8	1,8247	—0,4075	0,1519	—0,0619	0,1661	0,0231
9	6,56	160,0	2,2041	—1,2675	—0,2275	—0,2884	1,6066	0,0518
10	4,00	54,0	1,7323	1,2925	0,2443	0,3158	1,6706	0,0597
11	4,18	81,0	1,9084	1,1125	0,0682	0,0759	1,2377	0,0047
12	6,75	176,0	2,2455	1,4575	0,2689	0,3919	2,1243	0,0723
13	5,62	76,0	1,8808	—0,3275	0,0958	—0,0314	0,1073	0,0092
14	4,12	66,2	1,8208	1,1725	0,1558	0,1827	1,3748	0,0243
15	5,58	106,0	2,0253	—0,2875	—0,0487	0,0140	0,0827	0,0024
16	5,95	129,0	2,1105	—0,6575	—0,1339	0,0880	0,4323	0,0179
Σ	84,68		31,6262			1,5212	13,1529	0,32607

ezeknek összesített termelési eredményét 16 hónapos megfigyelés alapján dolgoztuk fel. Az X független változó ismét a munkadarabok havi átlagos darabsúlyát kg/db, míg Y az 1000 gépi óra alatt termelt kovácsdarabok mennyiségét t/1000 óra jelöli. A példa azt bizonyítja, hogy még ennyire inhomogén gépparkkal termelt kovácsdarabokra is szoros kapcsolat mutatható ki a darabsúly és a termelés adatai között. A számszerű kidolgozás előtt készített grafikus ábrázolás alapján kiderült, hogy a példában szereplő értékpároknak nem a lineáris *(1. ábra)*, hanem inkább a logaritmikus *(2. ábra)* függvény-típus felel meg jobban, tehát



2. ábra. Az 1. ábrában feltüntetett értékpárok és az abból számított regressziós függvény. A fajlagos termelési adatok logaritmikus léptékben

a számításokhoz is ezt fogjuk használni. A számításhoz szükséges *2. táblázatot* ugyanúgy töltjük ki, mint az első példában kidolgozott 1. táblázatot az *1, 2, 3* oszlopig, utána azzal a különbséggel, hogy a *4* oszlopba Y logaritmusait log Y-t tüntetjük fel, majd ebből az oszlopból számítjuk tovább a már ismert módon x, y, xy, x^2 és y^2 értékeit, tekintet nélkül arra, hogy Y helyett a szám logaritmusa szerepel számításainkban. A (1) és (2) összefüggések felhasználásával számítható átlag

$$\overline{X} = \frac{84{,}68}{16} = 5{,}2925$$

$$\log \overline{Y} = \frac{31{,}6262}{16} = 1{,}9766$$

valamint a (5), (6) és (7) összefüggések segítségével a regressziós függvény állandói, illetve maga a függvény is felírható

$$b = \frac{1{,}5212}{13{,}1529} = 0{,}1157$$

$$a = 1{,}9766 - 0{,}1157 \cdot 5{,}2925 = 1{,}3643$$

$$\log Y' = 1{,}3643 + 0{,}1157\ X$$

Az így kiszámított regressziós függvényből az Y' értékeit úgy kapjuk, hogy log Y' értékeit visszakeressük a logaritmus táblázatban. Például a 2. táblázat *5.* sorában szereplő $X = 5{,}50$ értéket behelyettesítve a regressziós egyenletbe:

$$\log Y' = 2{,}00065$$
$$Y' = 100{,}15$$

A korrelációs együttható a (8) összefüggés felhasználásával számítható ki.

$$r = \frac{1{,}5212}{\sqrt{13{,}1529 - 0{,}32507}} = 0{,}7345$$

Ha megfelelő számú adat alapján dolgozzuk ki a regressziós függvényt, akkor kiszámíthatjuk még a regressziós becslés standard hibáját is. Ez egy mutatószám, mely a regressziós függvény körüli szórás mértékére jellemző, illetve a számított és valós értékek illeszkedésének mértékét jellemzi. Megvan még annak is a lehetősége, hogy akár többváltozós függvény alakjában más tényezők hatását is megvizsgáljuk az ismertetett módszerrel, e cikk keretében számításukra azonban nem térünk ki.

A bemutatott két számpélda tanúsága szerint lehetséges, hogy a sajtoló és kovácsüzemek termelése és a termék átlagsúlya között érvényes

törvényszerű kapcsolatot kimutassuk és a közölt táblázatok segítségével a számításokat minden további matematikai felkészülés nélkül elvégezzük.

Összefoglalás

A sajtoló- és kovácsüzem termelési körülményeinek értékelésére az operáció kutatás módszerei alkalmazhatók és velük eddig kevésbé ismert összefüggések tárhatók fel. A sajtoló és kovácsüzemek viszonyai között a regressziós-számítás segítségével kimutatható, hogy

1. a súlyban kifejezett termelési eredmény nem változik a termelt munkadarabok átlagos darabsúlyával egyenes arányban,

2. a munkadarabok darabsúlya és a termelés között szoros, pozitív korrelációs kapcsolat áll fenn és a kapcsolat törvényszerűsége egyszerű eszközökkel kiszámítható.

Műszaki és gazdasági hírek

Az **osztrák kohászati** egyesület elnöke *Oberegger Jozef* az *ausztriai vas és acélipar* helyzetét ismertette az egyesület közgyűlésén. Mint külön érdekességet említjük, hogy 1963-ban 63 LD acélmű volt a világon üzemben, kapacitásuk 48 millió t acél. Az utolsó év alatt Belgiumban, Brazíliában, Franciaországban, Görögországban, Japánban, az NSZK-ban, Spanyolországban és az USA-ban helyeztek üzembe LD-konvertert. Az egész világon tervezés és építés alatt 1963-ban 65LD acélmű állt. Az üzembe helyezésük 1965-ben várható. Ezzel a termelő kapacitás évi 100 millió t fölé fog emelkedni. Magában az USA-ban 12 üzemben 20 millió t lesz gyártható.

St. u. E. 1964. 14. sz.

*

Argentína vasipari termelése az utolsó négy évben a következő volt 1000 t-ban

	1960	1961	1962	1963
Nyersvas	180	399	396	422
Folyékonyacél	277	441	643	895
Hengereltacél	504	707	603	630

*

A **tőkés államok** *alumínium fogyasztása* 1962-ben kg/fő-ben

Észak-Amerika	14,0	Svédország	6,6
ebből USA	11,7	Franciaország	5,3
Európa	4,9	Olaszország	4,3
ebből		Benelux Államok	2,6
Svájc	9,0	Dél-Amerika	0,9
Anglia	7,8	Ázsia	0,6
NSZK	7,0	Afrika	0,1

Metall 1964. 3. sz.

*

Az **indiai** *alumínium* fogyasztás megoszlása 1000 t-ban

	1955	1960	1965/66+	1970/71+
Közlekedés		2,8	7,9	15,7
Elektromosipar	5,0	17,1	52,0	108,8
Élelmiszer és könnyűipar		0,8	2,3	5,6
Csomagoló eszköz	2,0	4,0	7,5	15,0
Építkezés	1,5	3,0	4,7	7,0
Háztartási cikk	8,0	10,0	17,6	28,0
Katonai cél			5,0	10,0
Export				25,0
Egyéb	4,5	8,5	30,3	44,8
	21,0	46,2	119,1	259,2

\+ Távlati tervek szerint.

Az ipar termelését 1964-ben 63 000 t-ra irányozták elő. Ezt 1966-ra 113 000 t-ra kívánják növelni.

A termelő gyárak, amelyek már üzemben vannak, illetve építés alatt állnak a következők:

Termelő vállalat	Állam	Kapacitás 1000 t
Indian Aluminium Co	Orissa	20
Indian Aluminium Co	Kerala	5
Indian Aluminium Co+	Kerala	10
Hindustan Aluminium	LP	20
Madras Aluminium Co	Madras	10
Aluminium Corp. of India	Bengália	8
	összesen	73

\+ Építés alatt.

Az egyes cégek európai és észak-amerikai cégekkel szoros pénzügyi összeköttetésben vannak. Az indiai kormány terve szerint Magyarországgal kíván kapcsolatot létesíteni. A távlati tervek szerint 1970/71-ben a 270 000 t évi kapacitást kívánják elérni.

Metall 1964. 3. sz.

*

Kanadában (Sudbury és Manitoba) évi 12 millió t *nikkel ércet* bányásznak. Az ércvagyont jelenleg 274 millió t-ra becsülik s így az érc még kb. 23 évi termelést biztosít. Az utolsó két évben a bányatulajdonos International Nickel Co of Canada 30 millió $-t fordított érckutatásra. A kutatás az USA-ban Dél-Pacificban, Guatemalában, Dél-Afrikában, Dél-Rhodéziában és Marokkóban folyik.

Metall 1964. 4. sz.

*

Ausztráliában, Északkelet-Viktóriában fekvő nagy kiterjedésű *ónérc* lelőhelyet fedeztek fel.

Metall 1964. 4. sz.

*

Törökországban 1963-ban 220 500 t krómércet 15 000 t mangánércet, 93 000 t piritet bányásztak.

Metall 1964. 4. sz.

*

A **világ** *kohóalumínium* termelése 1000 t-ban

	1950	1955	1960	1963
Nyugat+Európa	245,7	543,8	859,9	1084,9
Demokratikus Államok	219,0	514,2	935,6	1200,0
Amerika	1011,9	1973,4	2534,7	2795,1
Ázsia	30,3	72,0	159,7	286,0
Afrika	—	—	43,9	52,9
Ausztrália	—	1,3	11,8	50,0
együtt	1506,9	3104,7	4545,6	5468,9

Alumínium 1964. 5. sz.

*

Kohóalumíniumból **Japán** az 1953. évi 45 500 t-s termelését 1963-ban 224 000 t-ra növelve közel megötszörözte. Termelése az USA, a SZU, Kanada és Franciaország után az 5. helyen áll.

Alumínium 1964. 5. sz.

*

A kohászati kémiai anyagvizsgálat új útjai
II. Alapanyagok és salakok vizsgálata*

PŐCZE LÁSZLÓ Csepel Vas- és Fémművek Radioizotóp Laboratórium

DK 669.162.1 : 539.26 : 621.384.2

Salakok vizsgálata

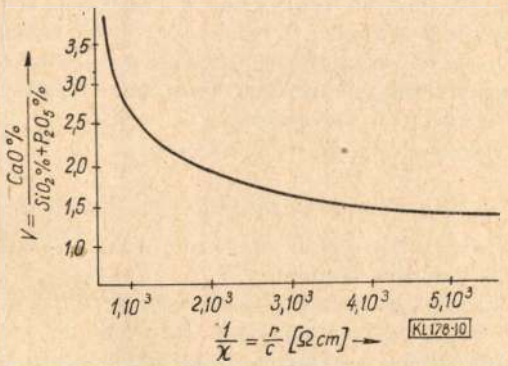
A salakösszetétel gyors meghatározása fontos követelménye az acélgyártásnak. A nagyolvasztó folyamatának ellenőrzése és a nyersvas minőségének biztosítása is megköveteli a folyamatos salakvizsgálatot. E témakörből az utóbbi időben sok munka jelent meg, melyek eredményeként nedves kémiai eljárásokkal kb. 1 óra alatt lehet elvégezni a salakelemzést a következő alkotókra: SiO_2, MnO, FeO, Al_2O_3, CaO, MgO, S, P.

Az utóbbi időben sok kísérlet irányult arra, hogy a salakot színképelemzéssel vizsgálják. Különösen a regisztráló automatikus spektrográfok üzembeállítása óta jelentkezik erősebben ez a törekvés. A megfelelő eljárás kidolgozása után ezekkel a készülékekkel a vizsgálatok is csak néhány percet vennének igénybe. Ennek a cikknek a keretében a kémiai összetétel spektrografikus meghatározásának módszereivel nem foglalkozunk. Erről a Koh. Lapokban nagyon részletes közlemény jelent meg irodalmi utalásokkal [1].

A salakvizsgálatok közül jelentős a salakra jellemző bázikusság gyors meghatározása a vizes salakszuszpenzió vezetőképességének mérése alapján [2]. A salak CaO-tartalmának a SiO_2-, P_2O_5-tartalomhoz való viszonya, a salak bázikussága:

$$B = \frac{\text{CaO}\%}{\text{SiO}_2\% + \text{P}_2\text{O}_5\%}$$

A salak bázikusságától erősen függ a salak metallurgiai munkája. Ismerete jelentős segítség a salak készítéséhez. A vezetőképesség mérése alapján a vizsgálat a következő eljárás szerint 5—6 perc alatt elvégezhető.



10. ábra. Vezetőképesség és a bázikusság összefüggése

Bemérés 0,3 g salak, szemcseméretе 0—0,2 mm. 150 ml 100°-os desztillált vizet öntünk rá, s 4 percig keverjük. 65°-on mérjük platinaelektródák között az oldat vezetőképességét. A vezetőképesség nagyobb bázikusságra nagyobb, kisebb bázikusságra kisebb. A kiértékelést ismert összetételű salakokkal készült diagram alapján végezzük *(10. ábra)*.

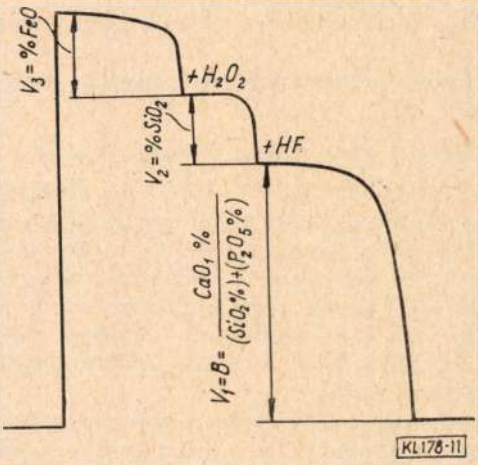
* I. dolgozat megjelent a Kohászati Lapok 1964. évi 6. számban

Termokémiai mérések

A bázikusság, továbbá az SiO_2 és az FeO meghatározására termokémiai alapon dolgoztak ki eljárást [3], [4]. A vizsgálatok szerint a bázikus salak közömbösítése hőtermelő folyamat s a felszabaduló hő a bázikusság függvénye. A Si-tartalom mérhető a Si és F reakcióhője alapján a $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O + Q$ egyenlet szerint.

A vastartalom pedig az $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ oxidációs folyamat reakció hője alapján mérhető. Az oxidálószer H_2O_2.

Ezeknek a méréseknek folyamatos elvégzésére berendezést szerkesztettek, mely automatikus megoldással regisztrálja az egyes reakciók folyamán fejlődő hő alapján a salak bázikusságát, illetve a Si- és Fe-tartalmát.



11. ábra. A bázikusság, SiO_2, FeO-tartalom termokémiai diagramja

A berendezés lényege egy hőszigeteléssel ellátott műanyag edény. A hőmérséklet mérésére termisztor szolgál, mely az oldatba ér. Az edénybe 50 ml 1 : 1 HCl-t mérünk és a hőmérséklet állandósulása után keverés közben hozzáadunk 1 g 0,1 mm-nél finomabbra porított salakot. A hőfokemelkedés a salak bázikusságának függvénye. A hőfok beállása után hozzáadunk 2 ml HF-ot. A most kapott hőfokemelkedés a Si-tartalommal arányos. Miután a hőmérséklet állandóvá vált, 2 ml 30%-os H_2O_2-t adunk az elegyhez. A most képződő hő a Fe-tartalomtól függ. Összehasonlító ismert összetételű salakkal a felvett görbékből az eredmény kiszámítható *(11. ábra)*.

Szén és koksz hamutartalmának meghatározása

A nagy anyagmennyiségeket felhasználó kohászati ipar előnyben részesíti és szinte követeli az olyan elemzési eljárásokat, melyekkel az anyagáramból folyamatosan vett mintákból anélkül kap nagy információsűrűséggel eredményt, hogy a

mintát kémiai eljárással oldani, feltárni, vagy roncsolni kellene.

Hasonlóan a gázelemzéshez alkalmazott elvekhez, a fizikai jellemzők mérése útján célszerű a szilárd testek összetételi viszonyaira következtetni. Egy ilyen lehetőség adódik a röntgen- és radioaktív sugárzás hatására az anyagban mutatkozó jelenségek törvényszerűségeinek vizsgálatával, illetve kiértékelésével.

Röntgensugárzással dolgozó berendezések

Ha egy I_0 intenzitású röntgensugárzás valamely anyagot ér, az áthaladó I sugárzás intenzitása:

$I = I_0 e^{-\mu \cdot g}$

μ az abszorpciós együttható

g az anyag súlya g/cm³.

A μ függ a röntgensugár hullámhosszától és az abszorbeáló anyagtól. Ha az anyag különböző elemeket tartalmaz, μ több komponensre bomlik.

$$\mu = \frac{\mu_1 g_1 + \mu_2 g_2 + \quad + \mu_n g_n}{g_1 + g_2 + \quad + gn}$$

$$\mu = \mu_1 \cdot c_1 + \mu_2 \cdot c_2 + \quad + \mu_n c_n$$

Itt c_1, c_2, c_n a különböző elemek koncentrációját jelenti.

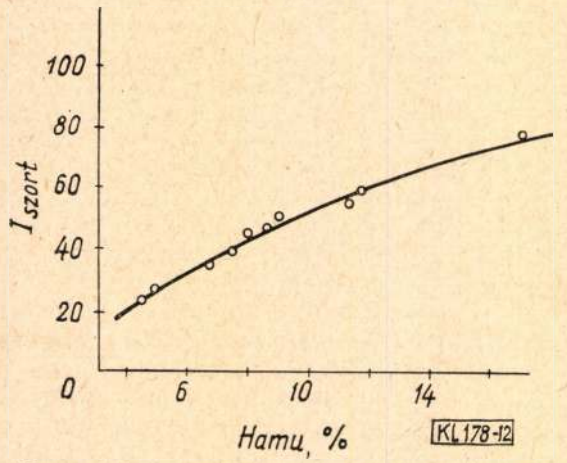
A szén abszorpciós koefficiense két összetevőből adódik:

$$\mu_{szén} = \mu_{hamu} \cdot c_{hamu} + \mu_{éghető} \cdot c_{éghető}$$

A hamu főleg Al-, Si-, Mg-, Ca-, Fe-tartalmú. Mivel a Fe abszorpciós képessége 1,74 Å hullámhosszúság alatt, jóval nagyobb a többi elemének, a vastartalom kis változása jelentősen megváltoztatja az abszorpciót. Így a mérési szórás az Fe függvényében igen nagy lehet. Ezért a vizsgálatokat legcélszerűbb 1,79 Å hullámhosszúságú sugárzással végezni.

Az abszorpciós mérések nagy bizonytalanságot mutattak, ezért helyette a szórt röntgensugárzást használták az anyag összetételének, illetve a hamutartalomnak meghatározására. Ha egy I_0 intenzitású sugárzás ferdén ér valamely tárgyat, a szórt sugárzás intenzitása I_{sz} a következő:

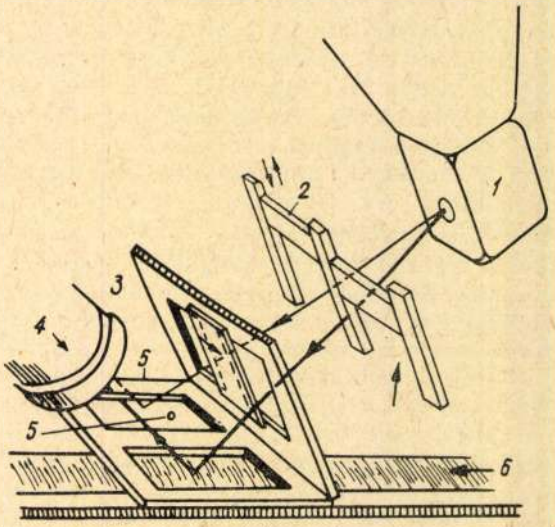
$$I_{szórt} = \frac{I_0}{a + b \cdot \mu}$$



12. ábra. A hamutartalom és a szórt sugárzás (I_{sz}) összefüggése

I_{sz} és I_o között hiperbolikus összefüggés van, de 4 és 12% hamutartalom között ezek szinte egy egyenesre esnek [5] s így a és b állandók *(12. ábra)*.

A mérési elvet és az elrendezést a *13. ábra* mutatja. Egy kobalt-anódról származó sugárnyaláb diafragmára esik. Innen kettéosztva jut az egyik nyaláb a vizsgálandó szénrétegre, a másik nyaláb pedig egy összehasonlító tárgyra, pl. plexilapra. A szórt sugárzás egy ernyőre jut, ahol intenzitásának megfelelően látható fényjeleket okoz. Ezeket a jeleket fotocellás erősítés után mutatós, illetve írószerkezet mutatja vagy rögzíti.



13. ábra. A szórt röntgensugárzással dolgozó készülék elvi rajza
1 röntgencső, *2* automatikus kompenzátor, *3* diafragma, *4* fotocella ernyővel, *5* összehasonlító plexilap, *6* szénminta

A mérőműszerhez automatikus mintavevő s előkészítő berendezés tartozik. A szakaszosan levett mintát egy gyűjtőtölcsér folyamatosan adagolja a szárítóba, ahol 1 perc alatt 110 C°-ra melegítik. Ekkor nedvessége 1% alá esik. Innen egy kalapácsmalomba jut az anyag, melynek teljesítménye 300 g/perc. A megtört anyag szemcsemérete legfeljebb 0,3 mm. Egy keverődob az anyagot mérőszalagra juttatja, melyben felületét egy lap lesimítja. A sorozatmérések szerint az általános eltérés 0,1%-nál nem nagyobb.

β-visszaszórás alapján dolgozó eljárások

Ha egy β-sugárzó aktív izotópból jövő sugárnyaláb valamely felületet ér, a sugárzás egy része elnyelődik, egy kisebb része visszaverődik. Az elnyelt sugárzás energiájától függően az elnyelő anyagból fékező sugárzás, γ-sugárzás indul, mely a tér minden irányába hat és erőssége azonos körülmények között az anyagot alkotó atomok rendszámától függ.

A β-sugárzás egy része tehát elvész, azaz abszorbeálódik, vagy áthatol az anyagon, ha nem elég vastag ahhoz, hogy a teljes sugárzást elnyelje. A visszaszórt sugárzás és az eredeti sugárzás intenzitásának hányadosa adja a visszaszórási tényezőt, R-et.

$$R = \frac{I_{visszaszórt}}{I_{eredeti}} \cdot 100\% = \frac{I_v}{I_e} \cdot 100\%$$

A visszaszórt sugárzás intenzitása azonos elrendezés során a visszaszóró réteg vastagságával addig növekszik, míg egy végértéket elér :

$$I_v = k \cdot d,$$

ahol d a rétegvastagság mm, k állandó.

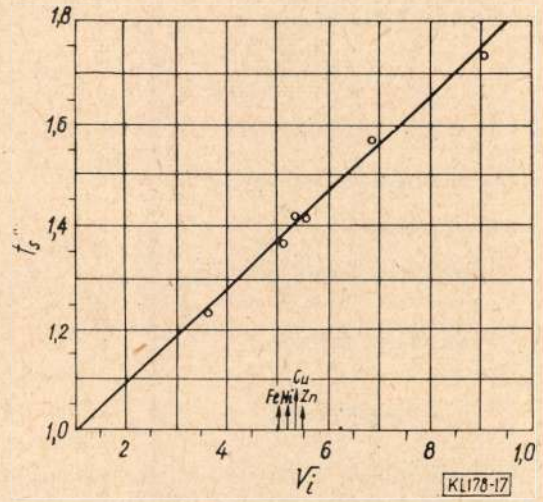
Ezután a visszaszórt sugár intenzitása már nem változik. Ez a telítettség szilárd testekre néhány mm, míg a folyadékokra 1—2 cm is lehet.

Ha a telítési rétegvastagságot vesszük, akkor β-sugárzáskor a visszaszórás intenzitása a réteget alkotó anyag elemeinek átlagos rendszámától, illetve ennek a gyökétől függ :

$$I_v = k' \sqrt{z},$$

ahol z a rendszám átlaga.

Ez az összefüggés lehetőséget ad arra, hogy a β-visszaszórást kémiai összetétel megállapítására használjuk fel *(14. ábra)*.



14. ábra. A telítési visszaszórási faktor (Rfs) és a rendszám összefüggése

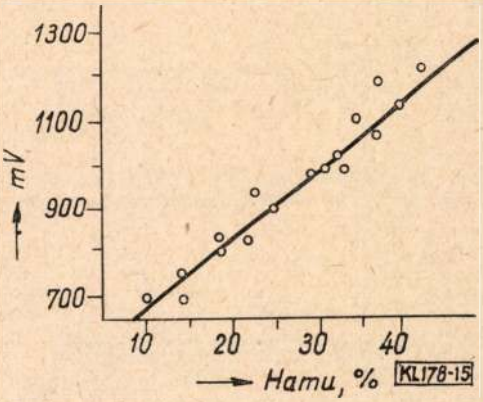
A szén két fő alkotócsoportra osztható : éghetőre és illóra, továbbá az ásványi alkotókra. Az éghető és illó alkotók rendszáma :

C : 6, H : 1, O : 8, S : 16 (részben illó)

Az ásványi alkotók rendszáma :

Si : 14, : Al:13, Fe : 26, Mn : 25,
Mg: 12, : Ca : 20, Ti : 22, P : 15.

Az éghető és illó rész a szénben kb. 50—90%, míg az ásványi anyagok kb. 10—50%-ot adnak. Azonos szénfajták hamujának összetétele csaknem állandó. A hamutartalom ingadozása tehát változtatja a szén átlagos rendszámát. A visszaszórásos mérés alkalmas arra, hogy megfelelő berendezésben, pl. ionizációs kamrában a visszaszórás alapján a hamutartalomra következtethessünk [6] *(15. ábra)*. Az egyes mérések ideje 1—2 perc.



15. ábra. A hamutartalom és a visszaszórt β-sugárzás ionizációs áramának összefüggése

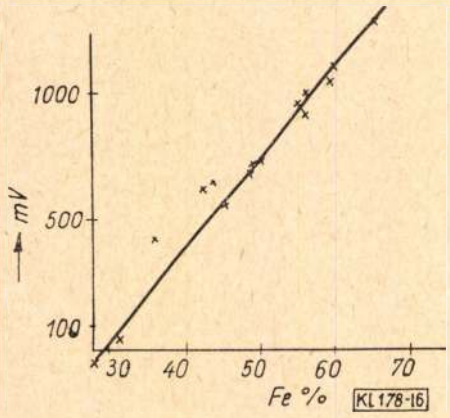
Így a szenek hamutartalmát kb. 0,5%-os pontossággal lehet meghatározni. Az eljárás folyamatossá tehető, az eredményeket folyamatosan regisztrálni lehet. Megfelelő határértéket — akár felsőt, akár alsót — lehet beállítani, melynek elérésekor jelzés adható, sőt a szállítószalagot le lehet állítani. A folyamatos méréshez természetesen megfelelő mintavevő és előkészítő berendezésre van szükség.

Ércek fémtartalmának gyors meghatározása

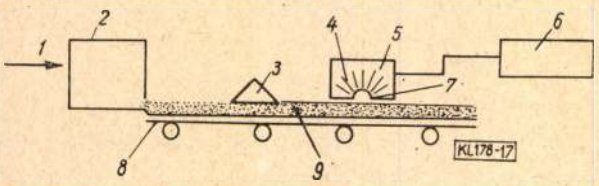
A visszaszórás jelenségét fel lehet használni ércek fémtartalmának meghatározására. Az ércek — legyen bármilyen ércről szó — általában két alapvetően különböző részre oszthatók : a meddőre és a fémet tartalmazó részre. A fémes rész több fémet tartalmazhat s ezek rendszáma általában nagyobb a meddőréteget alkotó elemek rendszámánál. Pl. egy jóminőségű vasérc átlagos összetétele és az egyes alkotók rendszáma :

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	MnO	Egyéb fémek
	8—10	1—2	0—1	85—90	0—1	0—0,5
Rendszám	14	13	12	26	25	30

A meddő és a fémes alkotók rendszámviszonya kereken 1 : 2. A két rész alkotóinak %-os viszonya kifejezésre jut a telített réteg β-visszaszórásának mérésekor. A fémes rész változását az ilyen mérések alapján meghatározhatjuk. Ekkor nem vegyületet mérünk, hanem a fémes alkotók összegét. A visszaszórás értéke független a kötésmódtól s 3 mm szemnagyság alatt nem függ lényegesen sem a szemcseeloszlástól, sem a sűrűségtől *(16. ábra)*. A méréseket összehasonlító-hitelesítő méréssorozat alapján értékeljük. Az azonos helyről származó ércek gyors vizsgálata így teljesen automatizálható. A visszaszórásos mérések mérési elrendezése és alapelve mind a hamutartalom, mind a fémtartalom vizsgálatára a *17. ábrában* látható.



16. ábra. A fémtartalom (Fe + Mn) és a visszaszórt β-sugárzás ionizációs áramának összefüggése



17. ábra. A β-visszaszórásos mérések vázlatos elrendezése
1 minta, 2 negyedelő szárító törő, 3 simító, 4 visszaszórt sugárzás, 5 ionizációs kamra, 6 mérő regisztráló, 7 aktiv anyag, 8 szállítószalag, 9 vizsgálandó anyag

Kohászati alapanyagok nedvességtartalmának folyamatos mérése

Az alapanyagok nedvességének ismerete, illetve helyes szinten tartása nagyon fontos a gyártási folyamatok szempontjából, de az energiafelhasználás, illetve takarékosság miatt is. Így a szénelegy, a koksz, az ércelegy, az öntödei homok, a tűzálló nyers massza nedvességtartalmának meghatározása, illetve —, ha arra szükség van — szabályozása már régebben megoldott feladat. Egyszerű fizikai elven alapuló ilyen berendezéseket régen használunk a gáz, illetve a gázzal dolgozó kémiai iparban.

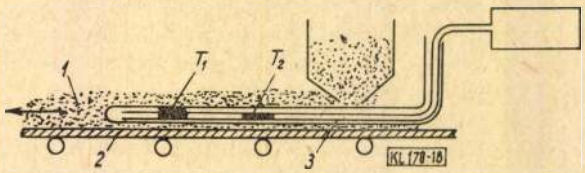
Szilárd anyagok, homok, érc, szén stb. nedvességtartalmának folyamatos mérését eddig jórészt szakaszosan vett próbákkal 105 C°-on való szárítással, időtrabló művelettel tudtuk csak megoldani. Egy-egy meghatározás 40—160 percet vett igénybe. Az infravörös sugárzás segítségével rövidült ugyan a szárítási idő, de a szárítási hőfok beállítása nagyobb nehézséggel jár.

A szilárd anyagok nedvességének meghatározása műszeres eljárással általában 3 módon lehetséges :

litiumkloridos eljárás,
hőszondás módszer,
neutron-fékezési eljárás.

A litiumkloridos eljárást a kohászat a nehéz üzemi körülmények miatt nem tudta felhasználni. Ez a módszer a litiumklorid nedvszívó tulajdonságán alapszik. A litiumkloriddal készített vezetőképességi mérőtest vezetőképessége a nedvességtől függ, mivel a litiumklorid aszerint köt meg többet vagy kevesebbet a környezetéből, hogy mekkora annak a nedvességtartalma.

A hőszondás eljárást áramló elegyek, ércek, homok stb. nedvességének folyamatos meghatározására használják. Az elv a következő [7] *(18. ábra)*.



18. ábra. A hőszondás nedvességmérés vázlatos elrendezése
1 mérendő anyag, 2 szállítószalag, 3 szonda, 4 bunker, 5 műszer

Az anyagáramban helyezkedik el egy kb. 20 mm Ø-jű csőben két hőelem. Az egyik körül T_1, fűtőszál van s ez 25 mm-es darabon fűti a csövet. A másik, T_2 méri a hideg elegy hőmérsékletét. A két hőelem által mért hőfok között nyilvánvalóan különbség lesz.

$$T = Q\frac{R}{C \cdot V},$$

ahol T a hőfokkülönbség, C°,

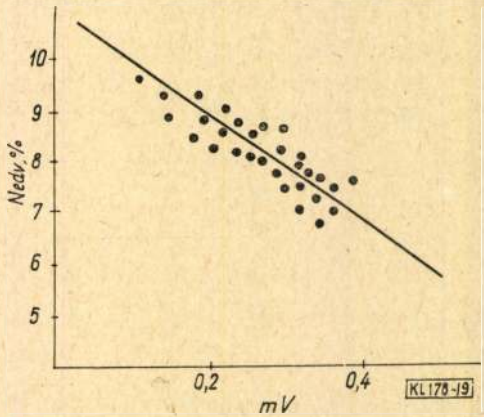
Q a fűtési teljesítmény $\frac{\text{kcal}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$,

R az elegy hőszigetelési tulajdonsága $\frac{\text{m}^2 \cdot 1 \cdot \text{C°}}{\text{kcal}}$,

C az elegy fajhője $\frac{\text{kcal},}{\text{m}^3 \cdot \text{C°}}$,

V a szalagsebesség $\frac{\text{m}}{s}$.

A T különbség annál kisebb, minél nagyobb az elegy nedvességtartalma. A módszer nem abszolút összehasonlító mérések alapján dolgozik. A szonda természetesen kopik. A mérések szerint 1,5 m/perc szalagsebességen 80—120 napig tart. A mérés pontossága kb. 0,8%. A mérési eredményeket a *19. ábra* mutatja.



19. ábra. Hőszondás nedvességmérés eredményei

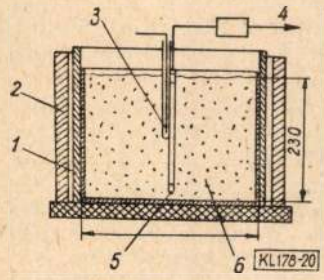
A neutron-fékezési eljárást az újabb időben [8]—[10] fejlesztették ki különösen öntödei formázóhomok folyamatos nedvességtartalmának mérésére. Használható azonban különböző más anyagok, pl. érc-elegyek, tűzálló tégla nyerskeverék

nedvességének mérésére, ill. a nedvesség szabályozására.

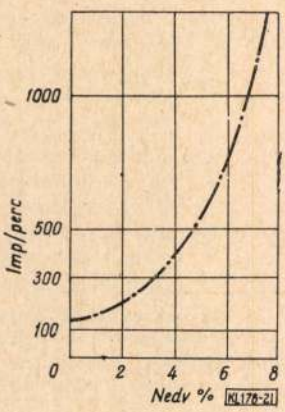
A nedvesség mérése a gyors neutronok fékezési jelenségén alapszik. A vizsgálandó anyagba helyezett neutronforrás gyors neutronokat termel. Ez lehet pl. egy rádiumberillium neutronforrás, melyben a rádium α-sugárzásának hatására a berilliumból neutronok lépnek ki.

$$_4Be^9 + {}_2\alpha^4 \rightarrow {}_6C^{12} + {}_0n^1$$

Ezek a gyors neutronok visszaverődnek a nagyobb rendszámú atomokról, de sebességüket ez az ütközés a nagy tömegkülönbség miatt lényegesen nem változtatja. Ha azonban H-atommagokkal ütköznek, sebességük csökken, s termikus neutronokká alakulnak. Ezek aktiváló, magbontó hatása lényegesen nagyobb. Ezeket a lassú termikus neutronokat BF_3 töltésű észlelőberendezéssel mérhetjük. A lassú nuteronok száma tehát arányos a nedvességgel. A H-atomokat ugyanis ezekbe az anyagokba majdnem kizárólag az anyag nedvessége juttatja. A mérés egyszerű elrendezését a *20. ábra* mutatja.



20. ábra. Homok-nedvesség-mérés vázlatos elrendezése
1 grafit, *2* ólom, *3* neutron forrás, *4* műszer, *5* BF_3 cső, *6* anyag



21. ábra. A homoknedvesség és a mért impulzusszám összefüggése

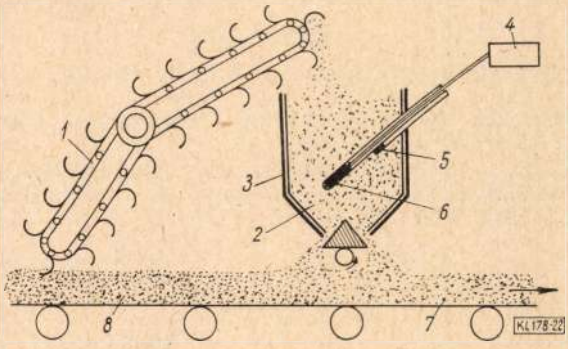
A rádium egyéb sugárzásának árnyékolására a mérőberendezést ólomköpeny veszi körül. A grafitburkolat a neutronok szigetelésére szolgál. Ez visszaveri a rendszerből kijutni szándékozó neutronokat. Ezzel a berendezéssel szakaszos mérések végezhetők. A *21. ábra* mutatja a nedvesség és a számláló által jelzett impulzusok összefüggéseit. A hitelesítő görbét természetesen hagyományos nedvességmeghatározással el kell készíteni. Az ábrából látható, hogy 2—10% között ±0,1% pontossággal lehet így a nedvességet meghatározni.

Kisebb nedvességtartalmú anyag mérése — 2%-on alul — ebben az elrendezésben pontatlanná válik. Érvényesülni kezd a homok fékező hatása is. Más elrendezéssel azonban a mérés pontossága növelhető.

Kohászati anyagok (ércelegy, koksz stb.) nedvességének folyamatos mérésére is lehetőséget ad ez a mérési elv, illetve eljárás.

A Haspe-i Kohászati Üzemek darabosítóüzemében egy folyamatosan mérő nedvességmeghatározót építettek [8]. A berendezés vázlatát a *22. ábra* mutatja.

Az eddig használt folyamatos nedvességmeghatározó és szabályozó berendezések közül a nukleáris elven működő eljárás látszik a legjobbnak. Fejlesztésével a pontosság fokozható s a mérési körülmények messzemenő állandósításával a megbízhatóság növekszik.



22. ábra. Érc-elegy folyamatos nedvességmérésének elrendezése
1 serleges mintavevő, *2* ércelegy, *3* ólomfal, *4* műszer, *5* sugárforrás, *6* mérőfej (BF_3), *7* szállítószalag, *8* anyag (ércelegy)

A nagy mennyiségeket feldolgozó kohászati ipar anyagvizsgálati igénye azt kívánja, hogy az összetétel-adatokat lehetőleg roncsolásmentes eljárással, nagy információsűrűséggel kapja. Az ismertetett eljárások ebben az irányban jelentenek nagy fejlődést. Használatuk megkönnyíti a gyártásvezetést, biztosabb alapot ad a gyártási folyamatok ellenőrzéséhez. Pl. a kohókoksz nedvességének és hamutartalmának állandó percrekész ismerete a nagyolvasztó irányításának eddig nem remélt biztonságához segít. Ha ehhez hozzájárul az ércbetét összetételének hasonlóan állandó mérése, illetve ismerete, a nagyolvasztót a legnagyobb hatásfokkal, ingadozások nélkül lehet vezetni.

A fejlődő technika minden eszközzel segíti az anyagvizsgálat munkáját. Részben az ásványi eredetű anyagok (érc, salak) elemzésére készültek a röntgen-fluoreszcens-elemzőkészülékek [12], melyekkel azonban a legtágabb határok között fémeket is vizsgálhatunk. Fémek gáztartalmának és nemfémes zárványainak meghatározására a legkorszerűbb műszerek és elvek felhasználásával félig automatikus berendezések készülnek [13], [14]. Az aktiváló elemzés lehetővé teszi a nyomszennyezők meghatározását egyes eseteiben 10^{-12} g/g mennyiségben is [15].

A felsorolt eljárásokat fejleszteni a folyamatos adatszolgáltatás céljára lehet. Ebben az állapotukban is nagy haladást jelentenek még az egy évtizeddel ezelőtti helyzethez képest is. A fejlődés ezen a téren ugrásszerű. A ma még megoldhatatlannak tűnő feladat holnap általánosan használt eljárás lehet (pl. oxigéntartalom folyamatos mérése az olvadékban).

Az eljárások megvalósítása műszer, pénz és megfelelő személyzet kérdése. Jelentős részük azonban devizaigényes műszereket kíván. A hazai fejlesztés ezen a téren sokat tudna segíteni.

Összefoglalás

Ismertettük a kohászatban használható és részben megvalósított folyamatos mérőmódszerek elvét és alkalmazási lehetőségét. Nagy előnyt jelentenek ezek az eljárások a gyártási folyamatok vezetésében és ellenőrzésekor. Kohászati iparunk részben használja már ezeket a mérőberendezéseket és eljárásokat. Különösen fontos a hamu- és nedvességtartalom folyamatos mérése.

IRODALOM

[1] *Török Tibor:* Kohászati Lapok 1963. 2. sz. 62. old.
[2] *Pőcze László—Farkas J.:* Kohászati Lapok, 1956. 6. sz. 254. old.
[3] *Sajó Iván:* Kohászati Lapok, 1957. 287. old.
[4] *Mandl, M.—Skala, J.—Kase, M.:* Neue Hütte, 1962. 3. sz. 176. old.
[5] *Dijkstra, H.—Sieswerda, B. S.:* Gerät zur kontinuirlichen Bestimmung des Aschegehaltes der Kohle. Third International Coal Preparation Congress, Lüttich 1958. Paper F. 9.
[6] *Jirkowszky, R.:* Kohászati Lapok, 1962. 11. sz. 513. old.
[7] *Wiethoff Gert:* Stahl und Eisen, 1962. 15. sz. 1059. old.
[8] *Neuhaus, H.—Hombeck, F.—Kühn, W.:* Stahl und Eisen, 1962. 15. sz. 1017. old.
[9] *Granitzki, K. E.:* Giesserei, 1963. 101. sz. 289. old.
[10] Iron Age 1959. 2. sz. 97. old.
[11] Foundry Trade J. 1959. 487. old
[12] *Hegedüs Zoltán:* Kohászati Lapok, 1963. 7. sz. 319. old.
[13] *Répás Pál:* Kohászati Lapok, 1961. 10. sz. 433. old.
[14] *Mika József:* Kohászati Lapok, 1960. 6. sz. 250. old.
[15] *Pőcze László:* Kohászati Lapok, 1963. 4. sz. 179. old.

Műszaki eseménynaptár

Nov. 5. 85 éve (1879) halt meg *Clerk James Maxwell* angol fizikus (szül. 1831) a kinetikus gázelmélet és az elektromágneses fényelmélet megalkotója.

5. 30 éve (1834) halt meg *Linde, Karl* német mérnök (szül. 1842), a levegő cseppfolyósításának felfedezője.

18. 175 éve (1879) született *Daguerre, Louis Jacques Mandé* francia festő (megh 1851), a fényképezés feltalálója.

19. 125 éve (1839) született *Skoda, Emil* cseh iparos a Skoda Művek megalapítója.

20. 115 éve (1849) volt a budapesti Lánchíd megnyitása. 15 éve nyitották meg újjáépítve.

21. 125 éve 1839-ben készítette el *Nasmith, James* az első gőzkalapács rajzát.

24. 150 éve (1814) született *Gábor Áron*, a szabadságharc híres ágyúöntője (meghalt 1849).

25. 150 éve (1814) született *Mayer, Róbert* német orvos (megh. 1878), az energia megmaradás törvényének megalapítója.

25. 120 éve (1844) született *Benz, Karl Friedrich* német gyáros (megh. 1929), az első benzingépkocsi építője.

28. 10 éve (1954) halt meg *Fermi, Enerico* Nóbel-díjas fizikus (szül. 1901), az első urán atommáglya megépítője.

Az összeállított Műszaki Eseménynaptár nem teljes. A vonatkozó szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szakanyagában (Bp. VIII.., Múzeum utca 17.)

Szabadalmi hírek

MEGADOTT SZABADALMAK

Magyar lajstromszám 151 513

Hidrometallurgiai eljárás nehézfémoxidok kinyerésére gyenge minőségű ércekből. *Wieder Nándor* kohómérnök.

Bejelentve: 1960. június 18.

A gyenge minőségű oxidos, hidroxidos, karbonátos stb. ércek tüzi feldolgozása nem gazdaságos. A dúsabb érctelepek kimerülésével előbb-utóbb azonban sor kerül ezek feldolgozására is. Az ércek fémtartalmának kinyerésére szolgáló hidrometallurgiai összes eljárás hátránya, hogy vagy bepárlással járnak, vagy pedig a feltárószer, illetőleg a kiejtőszer teljesen elvész. A találmány szerint az érc fémtartalmát az oxidos alakból pörkgáz felhasználásával vizes szulfáttá alakítják és ebből alkáli-, vagy ammónszulfiddal fémszulfid csapadékot kapnak. Az oldat szűrése után a szulfátos oldat bárium- vagy kalciumszulfiddal regenerálható. A találmány szerinti eljárással vasat és rezet, kobaltot, nikkelt, cinket vagy mangánt tartalmazó ércek dolgozhatók fel úgy, hogy az előzetes dúsítást szulfatizáló pörköléssel valósítják meg. A kapott fémszulfid kéntartalmát előnyösen lehet hasznosítani. Ha a mangán dioxidos alakban van jelen, elegendő őrlés előtt kis hőmérsékleten szárítani, ha azonban karbonátos, az ércet 600 C° körül levegőáramban pörkölni is kell. Az őrleményt fluid-finomságúra kell készíteni. A megőrölt anyagot több etázsos pörkölőkemencében 7% kéndioxid tartalmú pörkgázzal érintkeztetik és ekkor a $MnO_2 + SO_2 \rightarrow MnSO_4$ reakció játszódik le. A lehűlt pörköt 132 g/lit. tartalmú ammónszulfát oldattal kilúgozzák, a meddőtől Dorr-rendszerben elválasztják. Savalló bélésű edényben ammóniumpoliszulfid oldattal levválasztják a mangánt. Néhány perc után a zagyot szűrni lehet. Az oxidáló pörkölésben keletkező 7% SO_2 tartalmú pörkgázzal újabb ércmennyiségek magnántartalmát szulfatizálják.

Stiller Ottóné

KOHÁSZATI LAPOK 1964. 12. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Л. Гараи: **Сплавы специальных дилатационных свойств** ..... С 545

Важная роль сознательного использования дилатационных свойств в современной технике. Требования, поставленные в сторону металлов и сплавов специальных дилатационных свойств, используемых в качестве конструкционного материала. Дилатационные свойства важнейших металлов и сплавов; описание сплавов, выпускаемых Чепельским Металлургическим Комбинатом. Вопросы, связанные с получением металлов и сплавов, припаиваемых к тугоплавким и мягким стеклам, а также керамическим изделиям. Требования, поставленные в сторону металлов для впайки, и описание типов выпускаемых сплавов.

Дь. Девени: **Некоторые проблемы прокатки современных I-и U-образных балок** ..... С 552

Условия охлаждения облегченных и нормальных балок во время прокатки. Характеристические свойства облегченных и нормальных балок, прокатанных из различных материалов разной прочности. Деформационные напряжения, оставшиеся в облегченных и нормальных сечениях. Влияние условия прокатки на износ валов в случае применения валов разного качества.

Д-р. Л. Тот: **Вакуумное плавление никеля, активированного магнием, применяемого для производства оксидных катодов электронных ламп** ..... С 559

В работе описаны важнейшие вопросы индукционного вакуумного плавления активированного магнием никелевого основного материала катодных ламп, применяемого для получения оксидных катодов, в частности, подготовка насадки, выбор материала тигля, раскисление, связывание некоторых загрязнений и выполнение легирования магнием, а также химический состав литейной чушки и результаты ее металлографического испытания. С применением описанного процесса вакуумного плавления можно при необходимой надежности получить никелевый основный материал с определенным содержанием магния, содержащий минимальное количество загрязнений, согласно предписаниям стандарта KGMSZ 622 407.

Д-р А. Нахоцки: **Кузнечные печи автоматического режима с сокращением образования окалины** ..... С 564

Действие кузнечных печей обычного вида с прямой топкой по образованию окалины. Нагревание в атмосфере защитного газа. Специальные печи. Защитная атмосфера, образуемая с помощью парциального сгорания. Достигаемые с применением различных газов коэффициенты полезного действия нагревания. Конструкции печей для нагревания при сокращенном образовании окалины.

И. Вербо: **Опыты по производству чугуна с кислымшлаком в Венгрии** ..... С 573

Выплавление с применением кислого шлака, обессеривание вне доменной печи. Вдувание порошка известянка с помощью форсунки ланцетообразной формы. Опыты в ковше с применением соды, или смеси соды с порошком известняка. Удельный расход известкового порошка, воздуха, азота. Сведения экономичности.

Г. Гечеи: **Установка и метод для испытания структуры окалины горячекатанных обручных сталей** ..... С 577

Опытная установка для испытания структуры окалины горячекатанных обручных сталей. Определение кривых растворения. Соотношения между травливаемостью и строением слоя окалины.

О. Клуг—Ш. Метленко—Ш. Ланг: **Новые методы определения содержания ванадия в продуктах глиноземной промышленности и в металлической алюминии** ..... С 581

Аппараты, реагенты. Оптимальные условия измерений, чувствительность и точность определения. Действие мешающих ионов. Применение метода при анализах глинозема и металлического алюминия в промышленных лабораториях.

Шпаусус—Шварц: **Новые методы определения серы путем выделения сероводорода** ..... С 585

Для определения содержания серы в нелегированной стали, чугуне и чугунном литье разработаны комплексометрический и радиометрический методы путем выделения сероводорода. Оба метода являются быстрыми, точными, обеспечивающими удовлетворительную воспроизводимость.

а журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или сказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Венгрия.

CONTENTS

Garay L.: **Alloys with special heat dilatation properties** ..... P 545

Importance of the proper application of heat dilatation properties in modern technology. Requirements concerning the constructional metals and alloys with special heat dilatation properties. Heat dilatation properties of important metals and alloys, description of the alloys produced in the Csepel Metal Works. Production problems of metals and alloys for soldering into hard and soft glass and ceramic materials. Necessary properties of the soldering metals, description of the produced alloy types.

Dévényi Gy.: **Some problems of rolling modern I and U beams** ..... P 552

Cooling of lightened and normal beams during rolling. Characteristic properties of lightened and normal beams rolled from materials of different strength. Remanent forming stresses in lightened and normal profiles. Influence of rolling conditions on the wear of rolls of different quality.

Dr. Tóth, L.: **Vacuum melting of magnesium-activated nickel for use in the preparation of the oxide cathodes of electron tubes** ..... P 559

Describes some important problems of the vacuum -duction melting process of magnesium-activated nickel-base material for oxide cathodes, e. g. charge preparation, choice of crucible material, deoxidation, precipitation of small amounts of impurities and alloying of magnesium, results of the chemical analysis and metallographical testing of the cast billets. The vacuum-melting process described can be used for the preparation of a nickel base material with a minimum content of impurities and a definite magnesium content as prescribed an the specification KGMSZ 622 407 with a reasonable degree of reproducibility.

Dr. Nahoczky, A.: **Scale-free automatic forging furnaces** ..... P 564

Scaling effect in the standard direct fired forging furnaces. Heating in an inert atmosphere. Special furnaces. Inert atmosphere produced by partial combustion. Heating efficiencies attainable with different gases. Furnace constructions for scale-free heating.

Verbó I.: **Hungarian experiences of ironmaking with an acid slag** ..... P 573

Smelting iron ores with an acid slag, desulphurization outside of the blast furnace. Injection of limestone powder through lances. Experiments in a mixer mith sodium carbonate andamixture of sodium carbonate and calcium carbonate powder. Specific consumption of limestone powder, air and nitrogen. Economic data.

Gecsei G.: **Equipment and method for testing the structure of the scale on hot rolled steel bands** P 577

An experimental testing apparatus for investigating the scale structure of hot rolled steel bands. Determination of solution curves. Relationship between pickling performance and the structure of the scale layer.

Klug, O.—Metlenko, S.—Láng, S.: **Some new methods for determining the vanadium content of metallic aluminium and the products of the alumina industry** ..... P 581

Apparatus and reagents. Optimum conditions of measurement, sensitivity and precision. Influence of disturbing ions. Application of the method in the alumina and aluminium metal industry.

Spauszus—Schwarz: **New methods of sulphur determination** ..... P 585

Complexometric and radiometric method of determining the sulphur content of unalloyed steel, pig iron and cast iron after evolution as hydrogen sulphide. Both are fast, reproducible and high-precision methods.

Subscriptions for the Journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers form abroad should be sent for the following adress: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

INHALT

Garay, L.: **Legierungen mit besonderer Wärmeausdehnung** ..... S 545

Die bewusste Anwendung der Wärmeausdehnungseigenschaften spielt eine wichtige Rolle in der modernen Technik. Die an die als Bauwerkstoffe verwendeten Legierungen mit besonderer Wärmeausdehnung gestellten Anforderungen. Die Wärmeausdehnungseigenschaften der wichtigsten Metalle und Legierungen. Die im Metallwerk Csepel hergestellten Legierungen. Die Probleme der Erzeugung der Legierungen, welche mit den harten und weichen Glassorten verlötet werden können. Beschreibung solcher Legierungen.

Dévényi, Gy.: **Einige Probleme der Walzung von ökonomischen I- und U- Trägern** ..... S 552

Die Abkühlungsverhältnisse bei der Walzung von normalen und ökonomischen Profilen (mit dünnen Stegen). Die mechanischen Eigenschaften der aus Stählen verschiedener Festigkeit hergestellten normalen und ökonomischen Profile. Die in den Trägern nach der Walzung zurückbleibenden Spannungen. Verschleiss der Walzen verschiedener Qualität.

Tóth, L. Dr.: **Das Vakuumschmelzen des mit Magnesium aktivierten und zur Herstellung der Oxydkathoden von Elektronröhren verwendeten Nickels** ..... S 559

Die wichtigsten Probleme des induktiven Vakuumschmelzens von mit Magnesium aktiviertem Nickel, und zwar: die Vorbereitung des Einsatzes, die Auswahl des Werkstoffes für den Schmelztigel, die Desoxydation, das Zulegieren von Magnesium, die chemische und metallographische Prüfung des gegossenen Blockes. Durch Anwendung des beschriebenen Verfahrens kann der mit Magnesium legierte und nur wenige Verunreinigungen erhaltende Nickel-Werkstoff, entsprechend den Vorschriften des Ministeriums für Hütten- und Maschinenwesen mit genügender Treffsicherheit erzeugt werden.

Nahoczky, A. Dr.: **Automatisierte Schmiedeöfen für zunderarme Erhitzung** ..... S 564

Die Zunderbildung in den unmittelbar beheizten Schmiedeöfen herkömmlicher Bauart. Erhitzen unter Schutzgas. Öfen in Sonderausführungen. Das durch Partialverbrennung ausgestaltete Schutzgas. Die erreichbaren Wirkungsgrade der Erhitzung für verschiedene Gassorten. Ofenkonstruktionen für zunderarme Erhitzung.

Verbó, I.: **Erfahrungen bei der Roheisenerzeugung mit saueren Schlacken** ..... S 573

Die sauere Verhüttung und die Entschwefelung ausserhalb des Hochofens. Das Einblasen von Kalksteinstaub mit der Lanze. Versuche mit indie Pfanne gegebenem Soda und Soda-Kalksteinstaub-Mischung. Der spez. Verbrauch von Kalksteinstaub, Luft und Stickstoff. Angaben über die Wirtschaftlichkeit.

Gecsei, G.: **Einrichtung und Verfahren zur Untersuchung der Zunderschicht von warmgewalzten Bändern** ..... S 577

Beschreibung der Einrichtung zur Prüfung des Aufbaues der Zunderschicht an warmgewalzten Bändern. Bestimmung der Kurven der Auflösung von Zunder. Zusammenhang der Beizbarkeit mit dem Aufbau der Zunderschicht.

Klug, O.—Metlenko, S.—Láng, S.: **Neue Methode zur Bestimmung des Vanadiumgehaltes von Reinaluminium und von Produkten der Tonerdeindustrie** ..... S 581

Beschreibung der Apparate und der Reagentien. Die optimalen Umstände der Bestimmung, ihre Empfindlichkeit und Genauigkeit. Wirkung der Störionen. Anwendung des Verfahrens in der Aluminium- und Tonerdeindustrie.

Spauszus—Schwarz: **Neuere Methoden der Schwefelbestimmung durch Überführen in Schwefelwasserstoff (Schulte—Verfahren)** ..... S 585

Zur Bestimmung des Schwefelgehaltes von unlegiertem Stahl, von Roheisen und Gusseisen können die komplexometrischen und radiometrischen Abarten des Schulte-Verfahrens angewendet werden. Beide Methoden sind schnell, pünktlich und gut reproduzierbar.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummer nach den Ausland an der Adresse: KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bateliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland.
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo. Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz.
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

97. évfolyam **12. szám** 1964. december

Különleges hőtágulású ötvözetek*

GARAY LÁSZLÓ kohómérnök
Csepeli Fémmű

DK 669.018.29.4:621.3.03

A fémeket és ötvözeteket felhasználásuk alkalmával általában valamilyen tulajdonságuk szerint különböztetjük meg egymástól. Így van amikor a magas, van amikor az alacsony olvadáspont a kedvező a felhasználáshoz. Gyakran nagyszilárdságú, máskor igen lágy és képlékeny anyagokat keresünk feladataink megoldásához. A korszerű technika beláthatatlan területein az anyagok legkülönbözőbb tulajdonságait használjuk ki a sokszor egészen különleges feladatok megoldásához. E tekintetben jelentős szerepet töltenek be a fémek és ötvözetek hőtágulási tulajdonságai is.

A fémek hőtágulási tulajdonságainak tudatos felhasználásával ma már a technika és az ipar csaknem minden terén találkozunk. A különleges hőtágulású ötvözeteket a műszer- és villamosiparban különféle mechanikus hőfokszabályozók szerkezeti anyagaként használják, míg a vákuumtechnikában elsősorban üveg-fém, kerámia-fém kötések létrehozására használják.

E három fő használati téren a hőtágulási tulajdonságokat más és más szempontból kell vizsgálni. Célszerű ezért a fémeket és ötvözeteket hőtágulási tulajdonságaik és felhasználásuk szerint a következőképpen csoportosítani :

1. Szabályozott hőtágulású fémek és ötvözetek.
2. Üveghez forraszthető fémek és ötvözetek.
3. Kerámiához forraszthető fémek és ötvözetek.

Szabályozott hőtágulású fémek és ötvözetek

A szabályozott hőtágulású kifejezést azért használom, mert e fogalom alatt olyan fémek és ötvözetek csoportját értem, melyben elsősorban a hőtágulási tulajdonságokat hangsúlyozzuk és e tulajdonságok gyakorlatilag is kihasználható széles skálájának elérésére törekszünk. Ezenkívül még arra is, hogy e tulajdonságok mind felmelegedés, mind lehűlés során ismert módon változzanak. A hőtágulási tulajdonságok e szabályossága a reverzibilitás, egyik fő jellemzője ezen anyagoknak.

Az ilyen tulajdonságú fémek és ötvözetek felhasználásának fő tere a hőmérsékletszabályozás. A korszerű technikában ma már jelentős szerepet töltenek be az olyan mechanikus szerkezetek, melyek működése azon alapszik, hogy két egymástól eltérő hőtágulású rúd, vagy rúdból és csőből készült szerkezeti elem különféle hőtágulását valamilyen emelő áttétel erős felnagyításán keresztül hasznosítják. A hőtágulási tulajdonságok kihasználásának jellemző példái a bimetálok, melyekben két eltérő hőtágulású fémből összehegesztett szalag a hőmérséklet hatására meghajlik. A bimetálok felhasználásával készült különféle hőfokszabályozókkal és védőkapcsolókkal a technika minden területén találkozunk.

A hőtágulási tulajdonságok kihasználását a fémek egyéb tulajdonságai korlátozzák. A színfémeknek kisebb-nagyobb a hőtágulása. Ismert törvényszerűség : a fémek és homogén ötvözetek az olvadáspontig 6,4%-os térfogatnövekedést érnek el. Ebből következik, hogy általában annál nagyobb a hőtágulásuk, minél kisebb hőmérsékleten olvadnak meg és fordítva. A színesfémek hőtágulása a legkisebb ($4{,}4 \times 10^{-6}$ mm/C°) hőtágulási együtthatójú wolframtól, egészen a 94×10^{-6} mm/mm C° hőtágulási együtthatójú higanyig terjed.

Az ötvözetek közül a hőtágulási tulajdonságok lehetőségeinek kihasználására legalkalmasabbak a FeNi-ötvözetek, melyekben a nikkeltartalom változtatásával a hőtágulási együttható értéke tág határok között változtatható, miközben az olvadáspont és hasonló technológiai tulajdonságok csaknem azonosak maradnak.

A céljainknak megfelelő, szabályozott hőtágulású anyagként való felhasználáshoz azonban elsőrendű követelmény a hőtágulási tulajdonságuk reverzibilitása. E szempontból a Fe — Ni ötvözetrendszer egyes Ni-tartalmú ötvözetei különböző tulajdonságokat mutatnak.

A Fe — Ni ötvözetrendszerben 6—30% Ni-tartalomig terjed a mágneses hiszterézis jelenség, amely együtt jár a hőtágulási tulajdonságok szabálytalanságaival. Ezért az e határok közé eső FeNi-ötvözetek hőtágulás szempontjából irreverzibilisek.

* Elhangzott 1964. V. 7-én az OMBKE és a Csepeli Fémmű által rendezett Műszeripari, Híradástechnikai, Elektrotechnikai Fémfélgyártmányok ankétján.

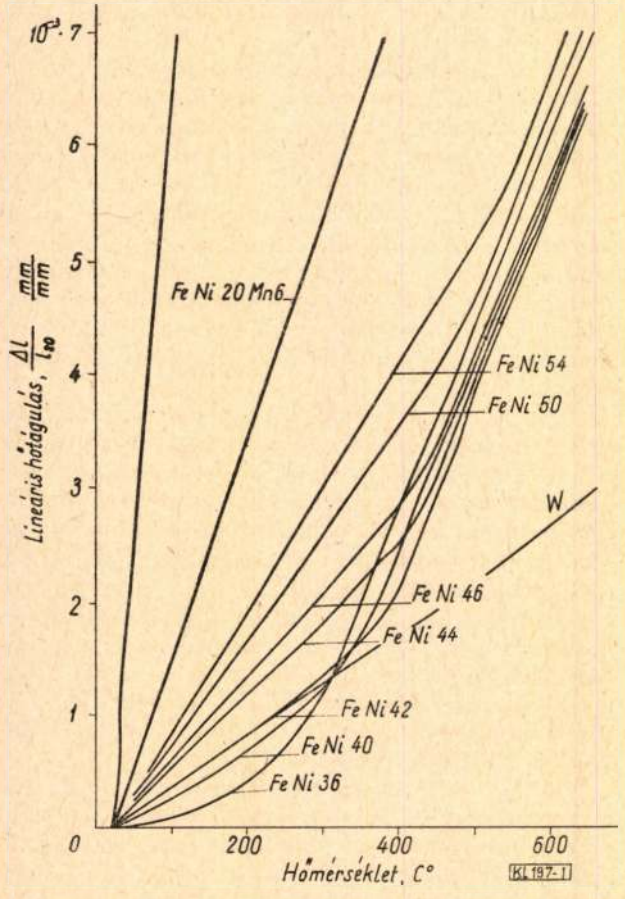
A FeNi-ötvözetek közül legkisebb hőtágulása a 35,6% Ni-tartalmú Invar elnevezésű ötvözetnek van. Az Invar hőtágulása 20—100 C° között $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ mm/mm C° nagyságú. A FeNi-ötvözetek hőtágulása e Ni-tartalom alatt és felett egyaránt fokozatosan nő, azonban míg a 36% alatti Ni-tartalmú ötvözetek irreverzibilisek, a 36% feletti ötvözetek hőtágulási tulajdonságai reverzibilisek. Az egyes FeNi-ötvözetek igen kis hőtágulása ezen ötvözetek mágneses tulajdonságaira vezethető vissza. A Curie-pont alatti hőfoktartományban a hőmérséklet hatására létrejövő térfogatváltozást a fellépő magnetostrikció lecsökkenti. A magnetostrikció a hőmérséklet növekedésével az atomok csökkenő mágneses kölcsönhatása miatt csökken. Ez negatív térfogatváltozással járó jelenség, ami a hő által okozott tágulást kiegyenlíti, vagyis csökkenti. A Curie-pont feletti hőmérséklettartományban a mágneses állapot megszűntével a kiegyenlítődés is megszűnik, ezért a hőtágulás hirtelen megnő és a görbe normálisan meredek lesz. A ferromágneses ötvözetek hőtágulási görbéinek ezért töréspontjuk van. A töréspont alatt a görbék laposabbak, kisebb hőtágulásúak, felettük meredekebbek, nagyobb a hőtágulásuk. 36% Ni-tartalom fölött a Ni-tartalom fokozatos növelésével egyidejűleg nő az ötvözetek hőtágulása és töréspontjának a hőmérséklete is, ez azonban sem felmelegedéskor, sem lehűléskor nem változik. Így ezek az ötvözetek reverzibilisek, hőtágulási tulajdonságaik mind a felmelegedés, mind a lehűlés során egyértelműen meghatározhatók.

A FeNi-ötvözetek közül a hőtágulási tulajdonságokat figyelembe véve a 36—40—42—44—46—50—52—54% Ni-tartalmú ötvözetek használatosak. Az ötvözetek hőtágulási együtthatója gyakorlatilag 10-től 100 ... $110 \cdot 10^{-7}$-ig terjed, ami a hőtágulási mező alsó felét egyenletesen lefedi *(1. ábra)*.

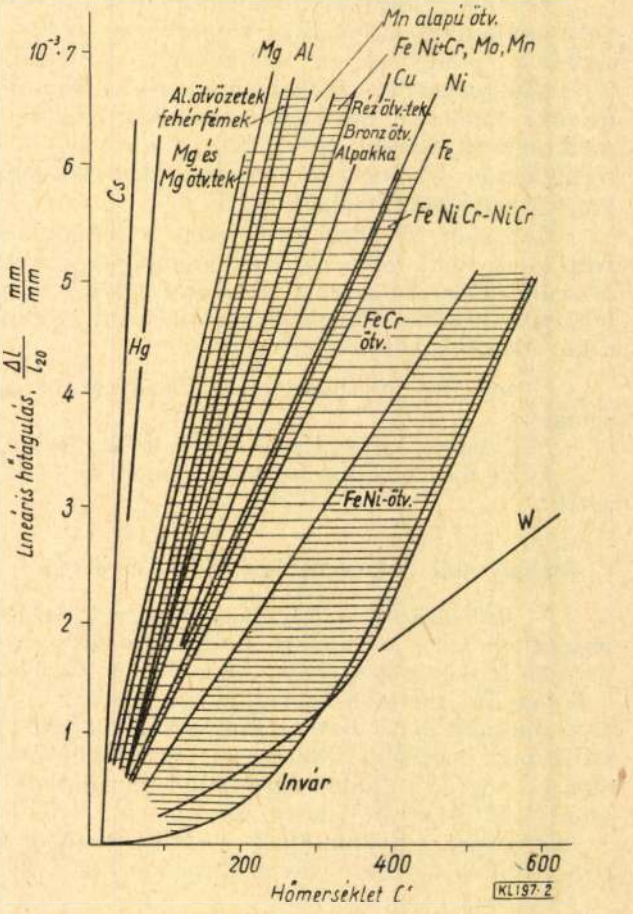
Az irreverzibilis FeNi-ötvözetek nagy hőtágulása jól kihasználható, ha az átalakulási hőmérséklet alatt használják. Legnagyobb hőtágulása a 25% Ni-tartalmú FeNi-ötvözeteknek van. Ha ehhez az ötvözethez még 5%-ban Mo-t, Cr-ot, vagy Mn-t ötvözünk, akkor hőtágulását tovább növelve az ötvözet reverzibilissé válik és hőtágulási együtthatója $200 \cdot 10^{-7}$ körül mozog. Az ilyen nagy hőtágulású ötvözeteknek különösen a bimetalok gyártásában van jelentősége, ahol kihajlást előidéző aktív alkotóként használják. Ezek az ötvözetek a hőtágulási mező középső részét fedik, amint az az 1. ábrán látható.

A *2. ábrán* azt szemléltetjük, hogy a legkisebb hőtágulású wolfram és a legnagyobb hőtágulású higany, illetve cézium színfémek által határolt hőtágulási tartományt a különféle fémötvözetek hogyan fedik.

Legalul helyezkednek el a FeNi-ötvözetek 36—54% Ni-tartalomig, felette a FeCr-ötvözetek 30 ... 0% krómtartalomig, utána a NiCr és a



1. ábra. A különböző Ni tartalmú FeNi ötvözetek hőtágulási görbéinek helyzete a W és Hg által határolt hőtágulási tartományban



2. ábra. A fontosabb fémötvözetek hőtágulásának területe és elhelyezkedése a W és a Hg, illetve Cs által határolt hőtágulási tartományban

FeNiCr-ötvözetek, majd a rézötvözetek, bronzok és alpakkák. Ezek után a 20 ... 27% Ni-tartalmú FeNi-ötvözetek következnek Cr, Mo vagy Mn-ötvözéssel, utána a mangánalapú nagyhőtágulású ötvözetek, végül az alumínium- és magnéziumötvözetek.

A Csepeli Fémmű rendszeresen gyárt FeNi — — FeCr — NiCr —.FeNiCr — FeNiMn típusú ötvözeteket, melyek közül ki kell emelni a kis hőtágulású Invart (FeNi 36), mint egyik legfontosabb ötvözetet. Bár a gyártott FeNi 36 a hazai felhasználók szerint megfelelő, további gyártmányfejlesztésre törekszünk, mégpedig egyrészt a hőtágulási együttható 20 ... 100 C° közötti értékének további csökkentésére a Supernilvar néven ismert kobaltos invar előállításával, másrészt az aránylag kis hőtágulású, de nagy szilárdságú (150—170 kg/mm²) invar előállítási kísérleteit szorgalmazzuk.

Kutatásaink másik területe a nagyhőtágulású ötvözetek előállítása. Itt az érzékenyebb, nagyobb kihajlású bimetalok előállításához az eddig használt FeNi 20 Mn 6 ötvözet helyett nagyobb hőtágulású ötvözetre van szükség. A kísérletek alapján sikerült 250 × 10^{-7} hőtágulási együtthatójú nikkel- és réztartalmú mangánötvözetet e célra előállítani.

Üveghez forraszthető fémek és ötvözetek

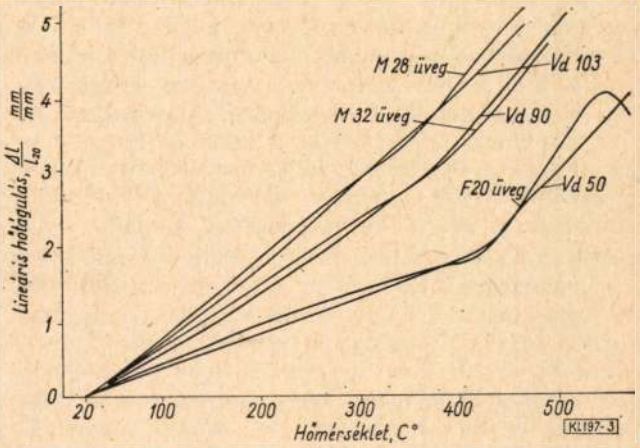
Az üveghez forraszthető fémeknek és ötvözeteknek elsősorban a vákuumtechnikai iparban van jelentőségük. A fémalkatrészek üveghez való erősítéséhez, az üvegtesten vákuumbiztos átvezetések létrehozásához és főként üveggel határolt vákuumterek lezárásához nélkülözhetetlen az üveghez jól forraszthető fém vagy ötvözet.

A kifogástalan fém-üveg kötést biztosító számos feltétel közül legfontosabb, hogy a fém és az üveg hőtágulási tulajdonságai a forrasztás hőmérsékletéig jól illeszkedjenek egymáshoz és a felhasználási hőtartományban a fém vagy ötvözet mentes legyen a hőtágulásra hatással levő átalakulástól. Az üveg és a fém az összeforrasztáskor jól tapadjon egymáshoz és a kötésben ne keletkezzék a szilárdságot csökkentő gázbuborék.

Az első feltétel kielégítése a hőtágulási tulajdonságok gondos vizsgálatát és a fém vagy ötvözet viselkedésének pontos ismeretét kívánja. Az ötvözet alkotóit és az egyes szennyezők hatását az ötvözet összetételének végső kialakítását megelőzően kell gondosan mérlegelni.

A fém és üveg jó kötésének, jó tapadásának biztosításához szükséges a fém felületén keletkező oxidréteg alapos vizsgálata és az üveg és az oxidréteg egymásrahatásának felderítése. Még a buborékmentes üvegezés megvalósítása látszik a legkönnyebb feladatnak, jóllehet ennek megoldása is igen nagyfokú felületkezelést és kifogástalan felületi minőséget kíván már a fém szállítójától is, de igen gondos felülettisztítást és előkészítést kell a felhasználónak is végeznie.

A transzformációs pont hőmérséklete szerint az üvegeket nagyobb transzformációs hőmérsékletű, azaz kemény és kisebb transzformációs hőmérsékletű, illetve hamarabb lágyuló üvegekre bonthatjuk. A *3. ábrán* látható, hogy a kemény üvegek kis hőtágulásúak, hőtágulási görbéjük a transzformációs pontig lapos, majd utána aránylag meredek szakaszból áll. A lágy üvegek nagyobb hőtágulásúak és az alacsonyan fekvő transzformációs pont után a hőtágulási görbén olyan éles törés nem keletkezik, mint a kemény üvegeken, a tágulási görbéje enyhén ívelt, hasonlít a fémek tágulásához. E tulajdonságok határozzák meg alapvetően a kemény és a lágy üvegekkel kapcsolatban a fém—üveg kötések létrehozására alkalmas ötvözetekkel szemben támasztott követelményeket.



3. ábra. Kemény és lágy üvegek, valamint a hozzájuk illeszkedő ötvözetek lineáris hőtágulási görbéi

Az üveget és a fémet aránylag nagy hőmérsékleten forrasztják össze, ahol az üveg már kellően képlékeny ahhoz, hogy a fémhez tapadjon. Lehűlés során az üveg elveszti képlékenységét, és már nem tudja kielégíteni azt a feszültséget ami a fém és üveg hőtágulásának különbségéből keletkezik az üvegben. A megengedhető feszültségnek arányban kell lennie az üveg húzó-, illetve nyomószilárdságával. Ha a feszültség túl nagy, akkor ez az üveg repedését vagy teljes leválását okozhatja.

Az egyes üvegtípusokhoz legjobban illeszkedő fémet vagy ötvözetet a hőtágulási görbe alapján, a hőtágulási tulajdonságoknak megfelelően választják ki.

Ezért használták már régóta a platinát lágy üvegekbe való forrasztásra, mivel hőtágulása jól illeszkedik a legtöbb lágy üvegéhez. Hasonlóképpen a színfémek közül a wolfram és molibdén hőtágulása megegyezik néhány kemény üvegével, ezért e fémeket felhasználják fém—üveg kötések létrehozására.

A hőtágulási tulajdonságok legnagyobb változatosságát — mint már láttuk — a vas-nikkel ötvözetrendszer nyújtja. Az itt található ötvözetek legnagyobb hibája — az üvegbeforrasztás vonatkozásában — az, hogy hőtágulási görbéjük töréspontjának hőmérséklete és hőtágulási együtthatójuk nem illeszkedik megfelelően sem a kemény, sem a lágy üvegekéhez.

Ezért az üvegbeforrasztható ötvözetek legnagyobb része megmaradt ugyan a Fe-Ni ötvözet-

rendszer bázisán, mégis különféle ötvözőfémek segítségével, hol a hőtágulás nagyságát, hol a hőtágulási görbe töréspontjának hőmérsékletét igyekszünk úgy szabályozni, hogy egy-egy üvegtípushoz a legmegfelelőbb illeszkedést biztosíthassuk.

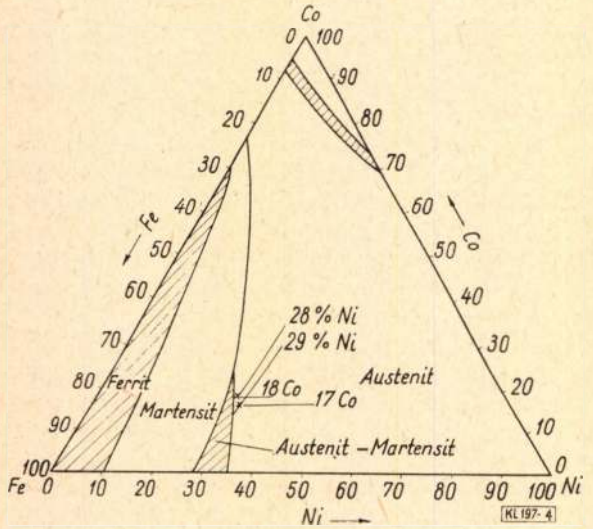
A nehezebb problémát a kemény üvegekhez jól illeszkedő ötvözetek előállítása okozta. Ennek megoldása *Scott* nevéhez fűződik, aki először ajánlotta a Fe-Ni-Co ötvözeteket kemény üvegekbe való forrasztás céljára. Felfedezésének és a használatának lényege az, hogy ha a vas-nikkel ötvözetekben a Ni egy részét kobalttal helyettesítjük, olyan ötvözetek nyerhetők, melyek hőtágulása kisebb, de a hőtágulási görbe töréspontjának hőmérséklete mégis nagyobb, mint a kobaltmentes Fe-Ni ötvözeteké. A kobalt megfelelő mennyiségben való ötvözésével a keményüvegekhez illeszthető töréspontú és hőtágulási együtthatójú ötvözetek állíthatók elő.

A FeNiCo ötvözetek gyártásakor sok mindent kell figyelembe venni, legfontosabb mégis az, hogy az ötvözeteknek reverzibilis hőtágulási tulajdonságai legyenek, azaz a felhasználási hőfoktartományon belül olyan átalakuláson ne menjenek át, ami a hőtágulási tulajdonságok megváltozását, a reverzibilitás megszűnését okozná.

Ezért a Ni-nek Co-tal való helyettesítésekor figyelembe kell venni, hogy a kobalt nemcsak a hőtágulási görbe töréspontjának hőmérsékletét növeli, de növeli az Ar_3 pont hőmérsékletét is.

Az Ar_3 pont pedig az a hőmérséklet, amelyen az adott vas-nikkel-kobalt ötvözet a metastabilis felületen középpontos, szabályos rácsszerkezetű γ állapotból (austenitből) stabilis térben középpontos szabályos rácsszerkezetű α (ferrites) állapotba alakul át. Az átalakulási szövetszerkezetet nevezzük itt martensitnek.

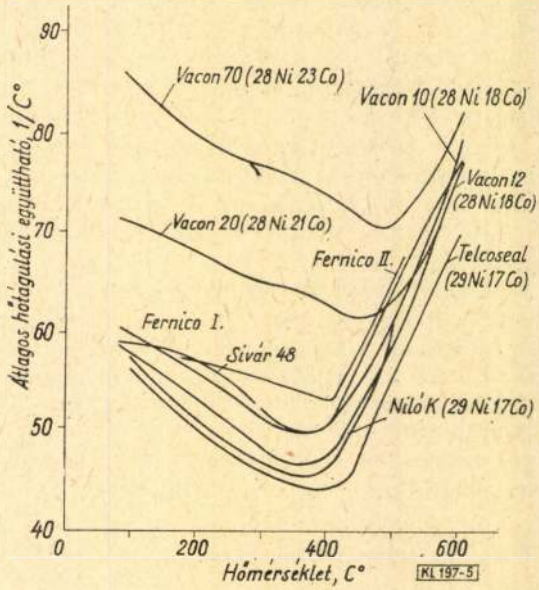
A felmelegedés, vagy lehűlés során az Ar_3 pontot átlépve, a hőtágulási görbe irreverzibilissé válik, mivel a martensites fázisnak lényegesen nagyobb a hőtágulása, mint a γ fázisnak. Ezért arra kell törekedni, hogy az Ar_3 pont hőmérséklete — 100 C° alatt maradjon. A kobalttartalomnak



4. ábra. A keményüvegekhez forraszthető Kovar-típusú ötvözet helye a Fe—Ni—Co ötvözetrendszer egyensúlyi állapotábrájában

a nikkeltartalomhoz való arányát akkor nevezzük optimálisnak, amikor ez a kobalttartalom az Ar_3 pont hőmérsékletét — 100 C°-on tartja.

Minél jobban megközelítjük az optimális kobalt-tartalmat, annál inkább veszít az ötvözet a $\gamma - \alpha$ átalakulási stabilitásából. A *4 ábrán* bemutatjuk a vas-nikkel-kobalt rendszer egyensúlyi diagramját. Az ábrában láthatjuk az austenit és martensit állapotú területek közötti gya-



5. ábra. A különféle külföldi gyártmányú Fe—Ni—Co ötvözetek lineáris hőtágulási együtthatóinak görbéi

korlati határokat. Az ábrában bejelöltük a kereskedelmi — Ferniko, Kovar, illetve Vakudil 50 — ötvözetek összetételét. Látható, hogy ezek szorosan a vonalkázott terület mellett fekszenek. E területen belül pedig nagyobb hőmérsékletről szobahőmérsékletre való lehűléskor austenit, míg a folyékony levegő hőmérsékletére hűtve martensit képződik. Látható, hogy a Ferniko—Kovar-típusú ötvözetek összetételének kisebb eltolódása, a kobalttartalom kisebb mértékű növekedése és a Ni-tartalom egyidejű csökkenése már martensitképződést adhat, mivel az ötvözet belejuthat ebbe a területbe.

Az ötvözet előállításakor olvasztás és öntés közben a kellő dezoxidálás és a megfelelő alakíthatóság érdekében, valamint a fémnek az üveghez való jó tapadása céljából különféle adalékokat szokás beötvözni. Ezek hatásának pontos ismerete, adagolható mennyiségük igen fontos az egyenletes tulajdonságú ötvözet előállításához. E kis mennyiségű ötvözők ugyanis hatással vannak mind a hőtágulási együtthatóra, mind a hőtágulási görbe töréspontjának, valamint az Ar_3-pontnak a hőmérsékletére. E sokféle tényező figyelembe vétele az egyenletes minőség előállítását igen körülményessé és nehézzé teszi.

A Fe—Ni—Co rendszerben — mint az *5. ábrán* látható — a Ni + Co-tartalom változtatásával és ezen belül az optimális kobalt-tartalom mindenkori figyelembevételével, különféle hőtágnlású ötvözetek állíthatók elő kemény üvegek-

hez. További ötvözők felhasználásával lágy üvegekhez alkalmas ötvözeteket is elő lehet állítani (pl. a Fernikokróm nevű ötvözet). Alkalmas ez az ötvözetrendszer aránylag magasan tartható töréspont-hőmérséklete és megfelelően beállítható hőtágulási tulajdonságai miatt kerámiákhoz forrasztható ötvözetek előállítására.

A króm, mint ötvözőelem a kobalttal ellentétben növeli a vas-nikkel ötvözetek hőtágulási együtthatóját és így alkalmassá válik lágy üvegekhez jól illeszkedő fémek előállítására. Ugyanakkor a krómtartalom csökkenti a vas-nikkel ötvözetek hőtágulási görbéjének töréspont-hőmérsékletét. A hőtágulást növelő és töréspont-hőmérsékletet csökkentő hatása jól kihasználható széles skálájú, lágy üvegekhez minél pontosabban illeszkedő ötvözetek előállítására. A gyakorlatban általában főként a 40—50% nikkeltartalmú és az 1—8% krómtartalmú ötvözetek terjedtek el. A nikkel és króm részarányának, illetve egymáshoz viszonyított mennyiségének kismértékű változtatásával már észrevehető kiigazítások végezhetők el a hőtágulási görbén.

A króm ezen szabályozó szerepén kívül még igen kedvező hatást fejt ki a fém—üveg kötés tapadóképességére. A króm némileg megjavítja az ötvözet oxidációs ellenállóképességét is. Bár a tiszta vas-nikkel-króm ötvözet oxidrétegének tapadóképessége az alapfémhez nem a legjobb, de a karbon-, szilícium- és mangántartalom megfelelő értéken tartásával ez is jelentősen megjavítható.

A krómtartalom ugyan megnehezíti az ötvözet galvanizálását, de nem teszi lehetetlenné és megfelelő módszerekkel a művelet kifogástalanul elvégezhető. A galvanizálhatóság megjavítására szokásos 1—2% titán ötvözése is.

A krómhoz hasonló tulajdonságú a mangán is. Növeli a FeNi-ötvözetek hőtágulását, ugyanakkor csökkenti a hőtágulási görbe töréspontjának hőmérsékletét. Olyan esetekben, amikor az üvegbe forrasztandó alkatrész felületét különös gonddal kell galvanizálni, aranyozni, ezüstözni, krómmentes ötvözet felhasználása ajánlatos. Ilyen esetekben a mangántartalmat úgy kell megállapítani, hogy legjobban illeszkedjék a vele összeforrasztandó üveggel. A mangántartalmat általában 4—7% között tartják. Ennek az ötvözetnek is — mint általában — úgy kell a töréspontját beállítani, hogy 40—50 C°-kal az üveg hőtágulási görbéjének töréspontja alatt legyen.

Hasonló feladatok megoldására felhasználjuk ötvözőként a rezet is. A réz megint más karakterisztikát kölcsönöz a FeNi-ötvözetek hőtágulásának. A töréspont hőmérsékletét kevésbé csökkenti, de igen erős hatást lehet elérni vele a hőtágulás szabályozására.

Igen elterjedten használják lágyüvegekhez való kötéshez a króm-vas ötvözeteket is.

Krómot ötvözve a vashoz, a vas hőtágulási együtthatója — mely 20—400 C° között 141×10^{-7} mm/mm C° — fokozatosan lecsökkenthető. 18% Cr-tartalommal már 113, 24% Cr-tartalommal 110 és 32% krómtartalommal 108 $\times 10^{-7}$ mm/mm C°-ra csökken. Ezek az értékek már megfelelnek egyes lágy üvegek hőtágulásának. A krómvas ötvözetek hőtágulási görbéjének nincs töréspontja, így még jobban illeszkedik a már aránylag nagy hőtágulású lágy üvegekhez.

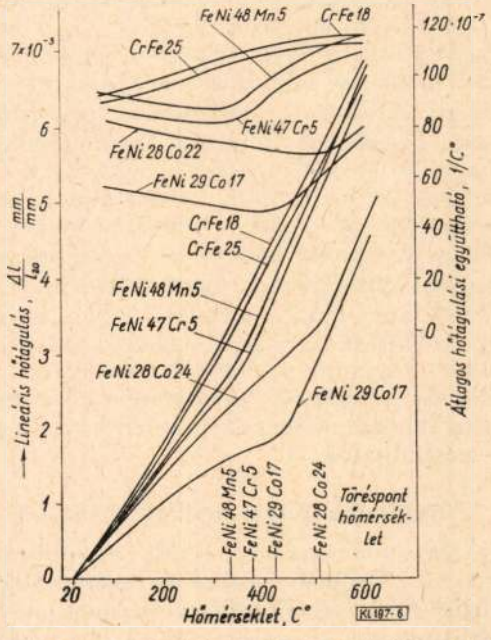
A króm ezenkívül jól tapadó és védő, vékony oxidhártyát képez a fém felületén és megvédi a további oxidációtól a kötési eljárás idején.

A hőtágulási tulajdonságok reverzibilitásának biztosításához szükséges a fázisátalakulás elkerülése. A kisebb — 15%-ig terjedő — krómtartalmú ötvözetekben 800 C° feletti hőmérsékleten austenit (γ vas) képződik. Az austenites terület a karbon, a nitrogén, mangán és egyéb nehezen elkerülhető szennyezők hatására a nagyobb krómtartalmak felé kiszélesedik.

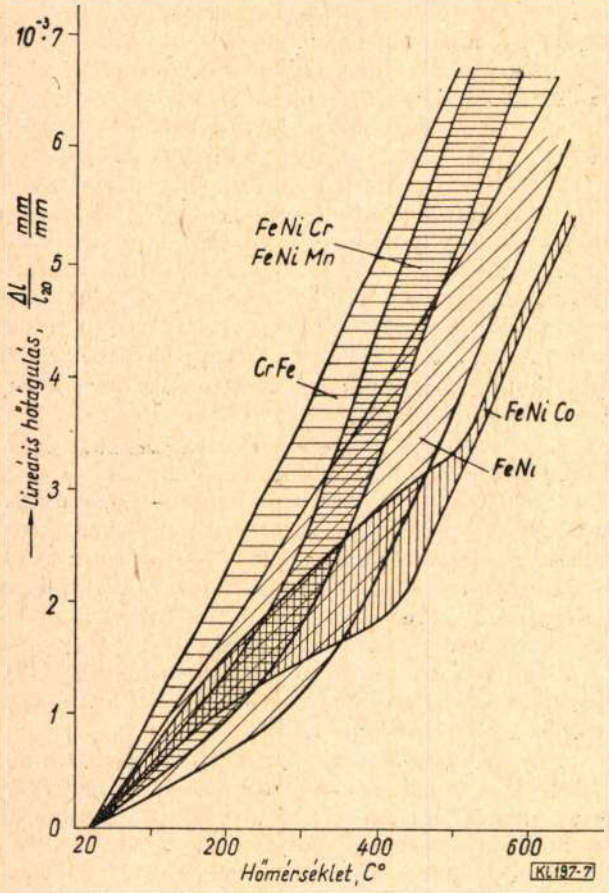
Az austenit megjelenése a hőtágulási görbe szabálytalanságait, a hőtágulás növekedését idézi elő, mert míg a ferrites krómvas hőtágulási együtthatója 108 ... 111 $\times 10^{-7}$, addig az austenitesé 20—300 C° között 123 $\times 10^{-7}$ mm/mm C°. A tiszta ferrites szövetszerkezet biztosítására az összetétel szigorú előírása és a C-tartalom stabilis karbid alakban való megkötése szükséges. A krómvas ötvözetek austenitmentességét a hőtágulási vizsgálatokon kívül szövetszerkezeti vizsgálattal is ellenőrizni kell.

A krómvas-ötvözetek nagy krómtartalmuk miatt igen kemények és a krómoxid felületi réteg még nehezebbé teszi alakításukat. Különösen a huzalok és rudak hajlamosak a berágódásra és a felrepedésre húzás közben.

A *6. ábra* az általunk gyártott és a jelenlegi hazai igényeket kielégítő ötvözettípusok hőtágulásának és hőtágulási együtthatójának görbéit mutatja. A legalsó két görbe a FeNiCo típusú Vakudil 50 és Vakudil 70, a felette futó két görbe a FeNiCr, illetve FeNiMn típusú Vakudil 90 és Vakudil 90 M és a legfelsők a CrFe típusú Vakudil 103 és Vakudil 105 elnevezésű ötvözetek görbéit mutatja.



6. ábra. A hazai gyártású üvegbe és kerámiához forrasztható ötvözetek hőtágulási tulajdonságai



7. ábra. Az egyes ötvözettípusok és a hőtágulási görbéik által határolt ama területek, melyekben jól használhatók

Természetesen e választék bővíthető: bővítése azonban csak akkor látszik indokoltnak, ha a felhasználni kívánt üveg tulajdonságai kedvezőbbek volnának az eddig használtnál, illetve ha az eddig használt fémtípus beforrasztáskor nem illeszkednék megfelelően és a megengedettnél nagyobb feszültségek keletkeznének az üvegben.

A *7. ábrán* azt szemléltetjük, hogy az egyes ötvözettípusok milyen hőtágulási tartományban használhatók és hőtágulási görbéjüknek milyen a jellege. Jól látható, hogy a Fe-Ni ötvözetekhez képest a FeNiCo ötvözeteknek kisebb a hőtágulása és nagyobb a törésponthőmérséklete, a FeNiCr a FeNiCu és a FeNiMn ötvözeteknek nagyobb a hőtágulása és kisebb a törésponthőmérséklete. A FeCr ötvözetek hőtágulása a legnagyobb és hőtágulási görbéjüknek nincs töréspontja.

A 7. ábra azt is mutatja, hogy a FeNi ötvözetek kobalttal, krómmal, mangánnal és rézzel ötvözve, valamint a FeCr-ötvözetek az üvegek gyakorlati hőtágulási tartományát jól fedik és segítségükkel az üveg és fém közti kötések problémái megoldhatók.

Kerámiához forraszthető ötvözetek

A kerámiai anyagok egyre nagyobb szerepet kapnak a híradástechnikai és vákuumtechnikai iparban. Kedvező elbírálásukat igen nagy olvadáspontjuknak, jó szilárdsági és különösen kedvező dielektromos tulajdonságaiknak köszönhetik.

A kerámiáknak üveget helyettesítő felhasználására előrehaladt kutatások folynak elsősorban a HIKI Adócső laboratóriumában. Adócsövekben üveg helyett alumínium-oxid-kerámia használatával az adócsövek nagyobb üzemi hőmérsékleten járathatók. Ennek következtében azonos teljesítménnyel a csőméretek lényegesen lecsökkenthetők. Mivel az alumíniumoxid dielektromos veszteségi tényezője kisebb, mint az e célra használatos keményüvegeké, az áram hatására a kerámia saját felmelegedése kisebb, mint az üvegé. Ebből következik, hogy azonos méretekkel kerámia felhasználásával sokkal nagyobb teljesítményű csövek készíthetők, mint üveg felhasználásával.

A kerámiákat vákuumtéren belül elsősorban különböző feszültségű fémrészek egymástól való elválasztására, elszigetelésére használják. Akár ilyen esetekben, akár nem vákuumteres felhasználáskor, de elsősorban a vákuumtér lezárásakor előbukkan a kerámia-anyag üveghez vagy fémhez való forrasztásának problémája.

A kerámia-anyagok hőtágulási tulajdonságaik szempontjából egymástól igen eltérők, átlagos hőtágulási együtthatójuk 25 ... 700 C° között 16 ... 130 $\times$ 10^{-7} mm/mm C° között változik. Hőtágulási görbéjük azonban alapvetően eltér az üvegekétől, mivel a görbének törés pontja nincs, hasonló jellegű, mint a színfémek hőtágulási görbéje.

A kerámia anyagokat üveghez és fémhez kötik. Az üveghez való kötés során, ha az illeszkedés nem megfelelő, fokozatos hőtágulású kötőüvegek közbeiktatásával érhető el az alkalmas illesztés.

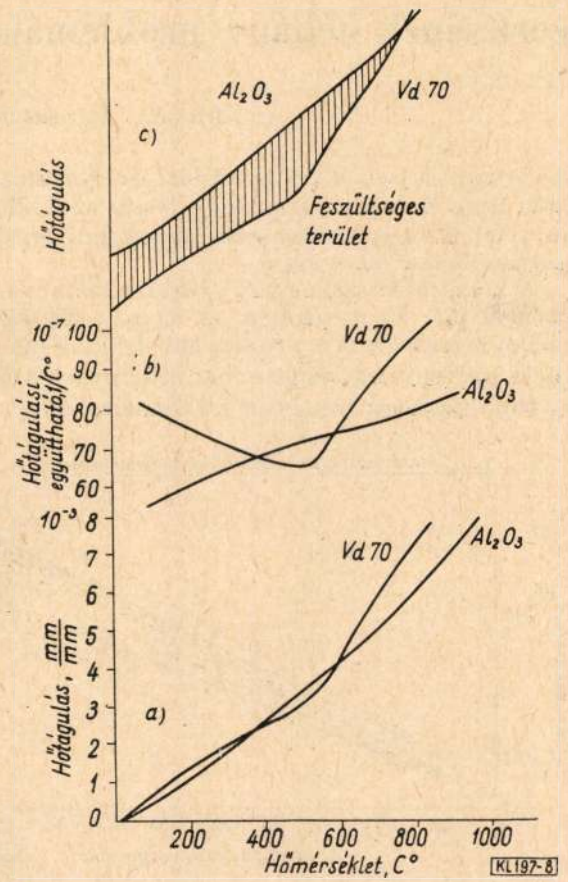
A fémhez — aszerint milyen munkahőmérsékletet kell a fém-kerámia kötésének kibírnia — lágy vagy kemény forrasztással forraszthető. Mivel a kerámia átlátszatlan, a fém—kerámia forrasztáskor keletkező feszültségek mérésére nincsen lehetőség. Csak tájékoztatást nyújt, ha a kerámia és a hozzáillesztendő fém hőtágulási görbéit a forrasztás hőmérsékletén egymáshoz hasonlítjuk.

A kerámiához jól kötő fémnek ugyanolyan jól kell hőtágulás szempontjából illeszkednie a kerámiához, mint az üvegbe forraszthető ötvözeteknek az üveghez. A kerámiák és az üvegek hőtágulása közötti ama lényegbevágó különbség következtében, hogy a kerámiák hőtágulási görbéjének nincs törés pontja, a kerámiához legjobban megfelelő hőtágulású szinfém illeszkedne.

Az Al_2O_3 kerámia átlagos hőtágulási együtthatója 28 ... 800 C° között kb. 84 $\times$ 10^{-7} mm/mm C°. E kerámia fémhez kb. 800 C°-on különleges ezüstforrasszal forraszthető. Az Al_2O_3 hőtágulási értékeit az osmium, iridium, illetve a tantál közelíti meg. E fémek ilyen célra való igénybevétele azonban igen drága.

Megfelelő ötvözetet is nehéz találni, hiszen a vas-nikkel rendszerben a 800 C°-os forrasztási hőmérsékleten minden ötvözetnek lényegesen nagyobb hőtágulása van.

A vas-nikkel-kobalt rendszerben sem lehet elérni a törés pont oly mértékű növelését, hogy



8. ábra. Az Al_2O_3 kerámiai és a hozzá forraszthető FeNiCo típusú ötvözet hőtágulási görbéinek illeszkedése, a forrasztáskor keletkező feszültség változása

a forrasztási hőmérséklet ne a töréspont fölé essék és ezen meredek szakaszának lényegesen nagyobb hőtágulása ne eredeményezzen jelentős maradó feszültséget.

Egyéb jobb lehetőség híján jelenleg az Al_2O_3 kerámiákhoz világszerte a FeNiCo rendszerből a 28% Ni—23% Co összetételű ötvözetet használják, melynek hőtágulási görbéjét a *8. ábrán* láthatjuk az Al_2O_3 kerámia megfelelő görbéivel együtt.

Az *a* ábra a lineáris hőtágulás görbéit, a *b* ábra az átlagos hőtágulási együtthatók görbéit ábrázolja, míg a *c* ábra a forrasztási hőmérséklettől a lehűlés során keletkező feszültségek nagyságát mutatja, ha a két tágulási görbét a forrasztás hőmérsékletén egymáshoz illesztjük.

A keletkező nagy feszültség a szerkesztőknek különböző nehézségeket okoz, mind a fémanyag alaki kiképzésében mind magának a kerámia—fém forrasztás technikájának megoldásában.

A FeNiCo-típusú említett összetételű, általunk Vakudil 70-nek nevezett ötvözet gyártási kísérletei során tisztáztuk az egyes alkotóknak a hőtágulási tulajdonságokra kifejtett hatását és az ötvözetet biztonsággal és szavatolt hőtágulási tulajdonságokkal tudjuk szállítani. Az ötvözet tulajdonságai megfelelnek a hasonló külföldi gyártmányoknak.

Kutatásainkban ezenkívül olyan fémanyag előállítására is törekedtünk, amely jobban követi a kerámia tágulási görbéjét és így biztosabb, kisebb feszültséget előidéző fém—kerámia kötést ad. E célból kis és nagy hőtágulású fémekből készített sokrétegű szalag olyan kombinációit próbáljuk előállítani, amely jobban illeszkedik a kerámia hőtágulási görbéjéhez, mint a FeNiCo bázisú ötvözetek.

Általában a sokrétegű fémszalagok megfelelő típusának kidolgozása sok előnyt rejt magában. Ismeretes, hogy megfelelő képlékeny alakváltozást elbíró fémhez különféle hőtágulású üvegek forraszthatók törés veszélye nélkül. A fém képlékenysége révén enged a feszültségeknek és a keletkező feszültségek a kritikus feszültség alatt maradnak. Megfelelő képlékenységű és elég vékony rétegekből álló szalagok a fém—kerámia, vagy akár a fém—üveg kötések technikája területén jelentős egyszerűsítéseket adhatnak.

A fém—kerámia forrasztás problémájának előnyös megoldására tervbe vettük a cirkon ötvözetek kipróbálását is. E magas olvadáspontú ritka fém kis hőtágulású és ötvözeteinek töréspontmentes a hőtágulási görbéje.

Összefoglalás

Célom az volt, hogy megvilágítsam milyen lehetőségei és milyen határai vannak a hőtágulási tulajdonságok hasznosításának, mi várható a Csepeli Fémműtől. Előadásomban nem törekedhettem részletességre, hiszen e szakterületnek fontossága miatt is kiterjedt és önálló irodalma van.

Megállapítható azonban, hogy a Csepeli Fémmű a vákuumtechnikai, híradástechnikai- és műszeripar igényeinek kielégítésére vállalt sok feladata közül e térnek problémáit is megismerte és nagyrészben meg is oldotta. Ma már a kulcsanyagoknak számító alapvető ötvözetek gyártásának megvalósítása után abban a helyzetben van, hogy kutatási és gyártási tapasztalatai lehetővé teszik a különleges hőtágulású anyagok választékának olyan bővítését, amely a felhasználási igények pontosabb, jobb kielégítését biztosíthatja.

Helytelen— **Helyes**

A hengerek felrakó ívhegesztéssel *történő* felújítása, a munkafelületnek kopásálló réteggel *történő* ellátása többféle *technológiai* eljárással végezhető. — A hengerek **felújítására** kopásálló réteg *felrakó* ívhegesztéssel többféle módon vihető fel. (A második mondat egyszerűbb, rövidebb s nincs benne többször is a felesleges történő szó.)

Az alapkísérleti munkák főként laboratóriumban *történtek*, míg az üzemi kipróbálás a hengerműben *történt*. — Az alapkísérleteket laboratóriumban **végeztük**, üzemszerűen pedig a hengerműben **próbáltuk ki.** (A második mondatban a történtek elmaradtak s egyébként is rövidebbé vált a szöveg.)

A korszerű I- és U-szelvények hengerlésének néhány problémája*

DÉVÉNYI GYÖRGY

DK 621—42 : 621.944

Kohászatunk jelenlegi feladatai között kiemelkedő helyen a minőség javítása és a gyártmányfejlesztés áll. Célunk a felhasználó iparágak — elsősorban a gépipar — igényeinek egyre teljesebb kielégítése. A gépipar fokozatosan a korszerűbb, könnyebb gépek és szerkezetek gyártására törekszik. A feladat megoldásának egyik fontos alapfeltétele az, hogy a kohászat a jövőben olyan termékeket gyártson, melyek súlyegységre vonatkozó terhelhetősége nagyobb az eddigieknél. Ilyen tulajdonságú gyártmányok közé sorolhatók a könnyített szelvények. A könnyített szelvények mérete és súlya kisebb a ma használatos, hagyományos szelvényekénél, és ez jellemző tulajdonságuk.

A dolgozatban használt betűjelzések értelmezése a következő:

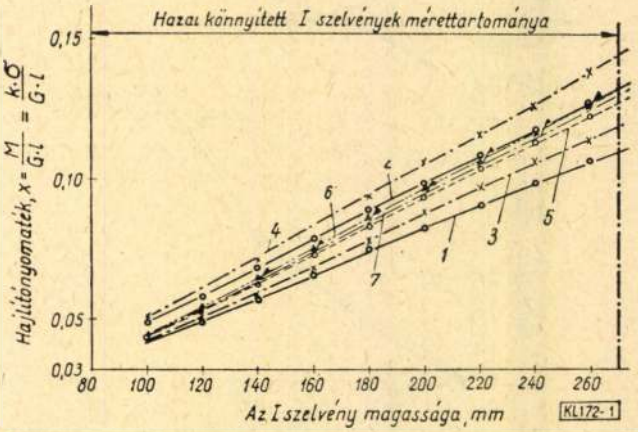
f_g a zárt lábrész belső oldalának kopása, (mm/1000 t)
f_k a teljes talprész külső oldalának kopása, (mm/1000 t)
f_0 a nyitott talprész belső oldalának kopása, (mm/1000 t)
G a tartó folyómétersúlya,
h_0 a szúrás előtti darab magassága, (mm)
h_1 a szúrás utáni darab magassága, (mm)
K a szelvény keresztmetszeti tényezője, (cm^3)
kg/t a kihengerelt termék tonnamennyiségéhez tartozó hengerfogyasztás, (kg)
l a tartó hossza (esetünkben, 100 cm)
l_d a befogás íve, (mm)
t/mm a mm-enkénti hengerátmérő csökkenéssel kihengerelhető termék, (tonna)
v_k a hengerek kerületi sebessége, (mm/s)
λ_{ger} a gerinc szúrásonkénti nyújtási tényezője,
λ_k a szelvény szúrásonkénti közepes nyújtási tényezője,
$\lambda_{ny\,talp}$ a nyitott talprész szúrásonkénti nyújtási tényezője,
$\lambda_{z\,talp}$ a zárt talprész szúrásonkénti nyújtási tényezője,
σ_B a szelvény szilárdsága, (az 1. ábra értékeinek számításakor az egyszerűség érdekében, $\sigma_B = 1{,}0$ kp/cm^2)
φ_0 az alakítás mértéke,
φ_k az alakváltozás sebessége, (s^{-1}).

A különböző típusú szelvények tulajdonságainak összehasonlítása, így pl. az I-szelvényekkel átvihető hajlítónyomaték, csak a szelvények egységnyi feszültségére, súlyára és hosszára vonatkoztatott fajlagos érték alapján lehetséges amely a következő összefüggésből számítható *(1. ábra)*:

$$X = \frac{M}{G \cdot l} = \frac{K \cdot \sigma_B}{G \cdot l}$$

Az 1. ábrából látható, hogy a hazai üzemekben gyártásra tervezett könnyített I-szelvényekkel (80→270) azonos magasságú hagyományos szelvényekhez viszonyítva 2,0→13,5%-kal nagyobb hajlítónyomaték vihető át, vagyis azonos nyomatékkal az elérhető súlycsökkentés közel ekkora. A könnyített szelvényeknél még előnyösebb a szélestalpú I-szelvények gyártása, amelyek közül három típus fajlagos adatait ugyancsak az 1. ábra tünteti fel. Ezek gyártása azonban csak univerzális hengersorokban lehetséges.

A könnyített szelvények gyártása számos nehézséggel jár. Nem véletlen az, hogy a Szovjetunióban is csak aránylag lassan növekedik a könnyített szelvények termelése, bár ott a gyártás céljára több korszerű hengersor áll rendelkezésre.



1. ábra. Különféle típusú I-szelvényekkel átvihető hajlítónyomaték a szelvénymagasság függvényében

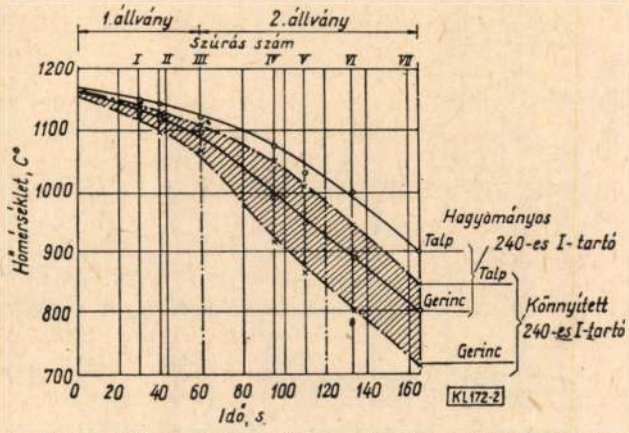
1 hagyományos alakú és szilárdságú ($\sigma = 1$) I-szelvény, *2* hagyományos alakú 20%-kal növelt szilárdságú, ($\sigma = 1{,}2$) I-szelvény, *3* könnyített hagyományos szilárdságú, ($\sigma = 1$) I-szelvény, *4* könnyített, növelt szilárdságú ($\sigma = 1{,}2$) I-szelvény, *5* német könnyített, szélestalpú I-szelvény (IPBI sorozat), *6* szélestalpú német hagyományos I-szelvény (IPBI sorozat), *7* nehéz, párhuzamos szélestalpú német I-szelvény (IPBI) sorozat

A különböző könnyített szelvények közül az I- és U-szelvények hengerlése okozza a legtöbb nehézséget, ezért csak az I- és U-szelvények gyártásának problémáival kívánok foglalkozni. A könnyített L-acélok gyártása aránylag egyszerű feladat.

A könnyített szelvények hengerléskor gyorsabban hűlnek, mint a hagyományos szelvények, különösen a gerincrészük, ezért nagy a szelvényen belüli, a gerinc és talpak közötti hőmérsékletkülönbség is.

A gyorsabb hűlés következtében nő a szelvény melegszilárdsága, a hengerlés erő- és teljesítményszükséglete, és a hengerek kopása. A hőmérséklet különbség nemkívánatos feszültségkülönbséget okoz a szelvényekben. Az Azovsztalj-ban és a Nyizsnyi Tagijszkij Kohászati Kombinátban a szelvény hengerlése közben bekövetkezett hőmérsékletváltozás megállapítására kísérleti méréseket végeztek. Ezek közül a 240-es hagyományos és könnyített I-szelvényre vonatkozó adatokat a *2. ábra* tünteti fel. Az ábrából megállapítható, hogy az első állványban a lehűlés aránylag lassan megy végbe, nincsen lényeges eltérés a hagyományos és a könnyített I-szelvény megfelelő részeinek hőmérséklet között. Az első perc végén a könnyített I-szelvény talpának hőmérséklete 60—80 C°-

* Előadásként elhangzott 1963. IX. hóban Balatonszéplakon a Kohászati Szabadegyetemen.



2. ábra. *240-es hagyományos és könnyített* I-*szelvény hengerlés közben beállott hőmérsékletváltozása* [1]

kal, míg a gerincé 100—120 C°-kal csökken. Ettől kezdve az I-szelvény hőmérséklete gyorsabban csökken és nagyobb lesz a gerinc és talpak közötti hőmérsékletkülönbség is, ami a könnyített I-szelvényben fokozottan mutatkozik.

Míg a könnyített I-szelvény gerince és talpa közötti hőmérsékletkülönbség a IV. szúrásban 130 C°, addig a VI. szúrásban már 155 C°-ra nő. Ez a hőmérsékletkülönbség lehűléskor a gerinc hullámosodását okozhatja [1].

Számos kísérlettel megállapítható, hogy könnyített I- és U-szelvény hengerlési véghőmérséklete kb. 100 C°-kal kisebb a hagyományos szelvényénél. A kisebb hengerlési véghőmérsékletű könnyített szelvénynek nemcsak a melegszilárdsága lesz nagyobb, hanem szakítószilárdsága is, ugyanis $\sigma_B = 0{,}1 - 3{,}3$ kp/mm²-tel nagyobb, mint a hagyományos szelvényé.

Minthogy a 80 → 270 mm méretű hagyományos szilárdságú I-szelvény könnyítésével csak 1,5 → 12,0% súlycsökkentés érhető el, célszerűnek látszik megvizsgálni, milyen eredménnyel járna a szelvény szilárdságának növelése.

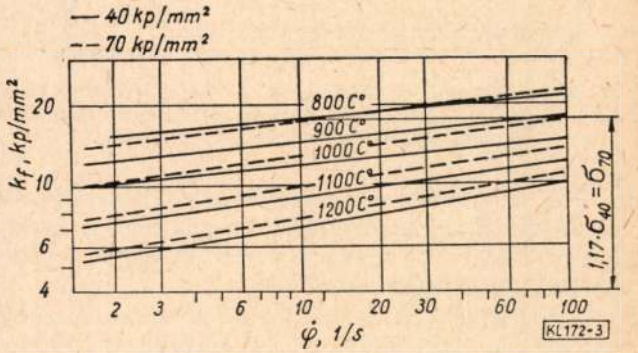
Az 1. ábra szerint lényegesen javul az átvihető hajlítónyomaték, ha a szelvény szilárdságát akár csak 1,2-szeresére, pl. a szokásos 40 kp/mm²-ről 48 kp/mm²-re növeljük.

Anyagmegtakarítás és súlycsökkentés szempontjából ideális megoldás az, ha a szelvény megfelelő méretének csökkentésével párhuzamosan a szelvény szilárdsága is nő. A könnyített, szelvények azonban — különösen a hengerlés utolsó szúrásaiban — erősen hűlnek és így alakítási szilárdságuk is lényegesen megnő, ami a hengersorok igénybevételét erősen növeli.

Ha csak a hagyományos szelvények szokásos szilárdságát növeljük 1,2-szeresre, akkor az 1. ábra szerint kedvezőbb értékeket adnak a széles talpú I-szelvényekkel elérhető legjobb eredményeknél.

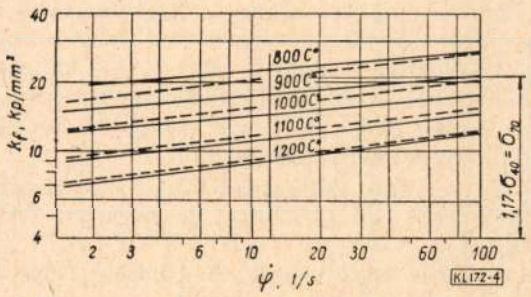
Cook [4] különböző hőmérsékletekre megállapította a szénacélok melegszilárdságát az alakítás mértéke $\left(\varphi = \ln\frac{h_0}{h_1}\right)$ és az alkatváltozási sebesség $\left(\dot{\varphi}_k = \frac{V_k}{l_d} \cdot \varphi s^{-1}\right)$ függvényében. A $\varphi = 0{,}1$ illetve $\varphi = 0{,}2$ alakításnak megfelelően görbéket a *3.*, illetve *4. ábrák* tüntetik fel. Mindkét ábra a $\sigma_B = 40$ kp/mm² és a $\sigma_B = 70$ kp/mm² szilárdságú karbonacélok melegszilárdságát tartalmazza különböző hőmérsékleten [8]. Az ábrákból megállapítható, hogy a két erősen különböző szilárdságú acél 1200—1100 és 1000 C°-ra vonatkozó melegszilárdságai alig térnek el egymástól. Még 900 C° hőmérsékleten is az 1,75-ször nagyobb 70 kp/mm² szilárdságú acél melegszilárdsága csak 1,17-szer akkora, mint a 40 kp/mm² szilárdságúé. Az is megállapítható, hogy a nagyobb szilárdságú acél melegszilárdsága 900 C°-on megegyezik a kisebb szilárdságú acél 800 C°-ra vonatkozó melegszilárdságával. Ebből az következik, hogy a kisebb szilárdságú könnyített szelvény hengerlésének erő- és teljesítményszükséglete kb. megegyezik a nagyobb szilárdságú hagyományos szelvényével, ugyanakkor viszont a növelt szilárdságú hagyományos méretű szelvénnyel átvihető hajlítónyomaték nagyobb, mint ami a könnyített szelvénnyel elérhető (1. ábra). A szelvény szilárdságának növelése tehát gazdaságosabb módszer, mint geometriai méreteinek csökkentése.

Hangsúlyozom azt, hogy az 1,75-szörös szilárdságú anyagot csak azért említettem, hogy a példa szemléltető legyen. Hengersoraink állapotától és a szelvény hegeszthetőségétől függ, hogy milyen mértékben növelhető a hagyományos szelvények jelenlegi szilárdsága, illetve, hogy a könnyített szelvények milyen szilárdságú acélból hengerelhetők.



3. ábra. *Szénacélok különböző hőmérsékletekre megállapított melegszilárdsága az alakítás mértékének és az alakváltozási sebességnek a függvényében*

D-800 mm, φ-0,1, h_0-9,1 mm, 400 U-szelvény (IV—V. szúrás), h_1-8,5 mm, V_k-2,0 mm/s, —— = 40 kg/mm², — — — = 70 kp/mm²



4. ábra. *Szénacélok különböző hőmérsékletekre megállapított melegszilárdsága az alakítás mértékének és az alakváltozási sebességnek a függvényében*

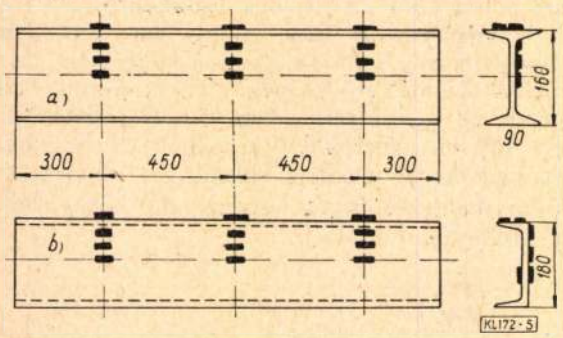
D-800 mm, φ 0,2,-h_0-9,1 mm 400 U-szelvény (IV—V. szúrás) h_1-8,5 mm, V_k-2,0 mm/s, —— = 40 kg/mm², — — — = 70 kp/mm²

Ennek megállapítására üzemi kísérleteket kell végezni, amelyek hazai hengersorainkon folyamatban vannak.

Az I- és U-szelvényekben a hengerlés után visszamaradó alakítási feszültségek a vasszerkezetek merevségét és szilárdságát csökkentik, és ezért nagyságuk nem közömbös.

A könnyített szelvényekben a keresztmetszeten belül kialakuló nagyobb hőmérsékletkülönbség miatt nagyobb alakítási feszültségek keletkeznek, mint a hagyományos szelvényekben.

A hagyományos és könnyített I- és U-szelvényekben keletkező feszültségek megállapítására az Ukrán Fémipari Tudományos Kutató Intézet munkatársai végeztek méréseket [5]. A maradó feszültségek nagyságát és eloszlását a szelvények elemi részeinek megnyúlása alapján Hook-törvénnyel számították. A szelvény elemi részeinek megnyúlását nyúlásmérő bélyegekkel mérték. A szelvény megfelelő részein elhelyezett bélyegeket *(5. ábra)* hídba kapcsolták, a hidat nullázták és ezt követően a szelvényt feldarabolták.



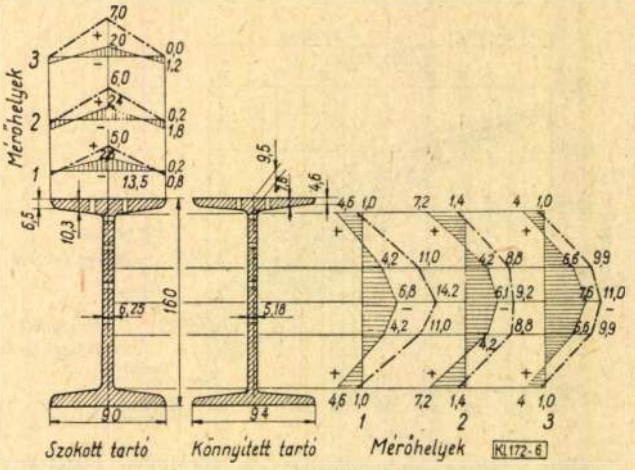
5. ábra. Normál és könnyített I- és U-szelvényekben (a, illetve b) keletkező feszültségek megállapítására használt nyúlásmérő bélyegek elhelyezése

A megnyúlással arányos ellenállás-változás regisztrálására oszcillográfot használtak. A kísérleti próbadarabok hengerlésére 6 hónappal a vizsgálatot megelőzően került sor.

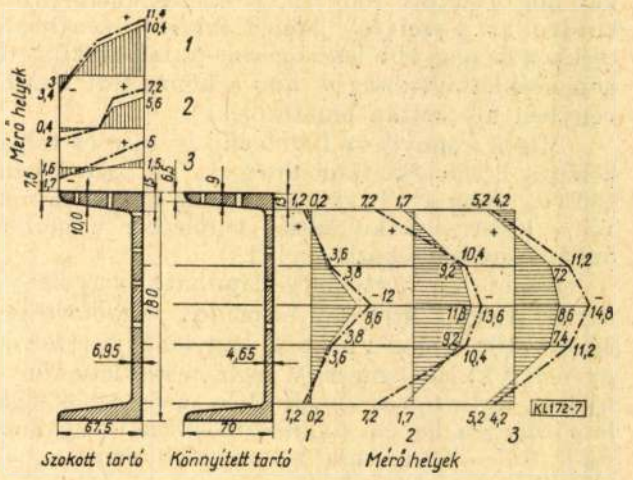
A szelvények hosszirányában mért feszültségeket a hagyományos és könnyített 160-as I- és 180-as U-szelvényre a *6.* és *7. ábrák* tüntetik fel. Az ábrákból látható, hogy a legnagyobb feszültségek nyomófeszültségek, amelyek a gerinc középső részén keletkeznek. Nagyságukról megállapítható, hogy a könnyített I-szelvényekben kb. kétszer akkorák, mint a hagyományos szelvényekben. Az U-szelvények két szelvénytípusa között nincsen lényeges eltérés. A könnyített I-szelvényekben kialakuló aránylag nagy feszültség a gerinc és a talp közötti nagy hőmérséklet-különbséggel magyarázható.

A szelvény keresztirányában keletkező feszültség csak kb. 1/10-e a hosszirányú feszültségeknek.

A káros feszültségek elkerülésére célszerű a hengerlés kezdő hőmérsékletét és a hengerlési sebességet nagyra választani, ugyanakkor a manipulációs időt a lehető legkisebbre tartani. Csak így biztosítható ugyanis, hogy a könnyített



6. ábra. I-szelvény hosszirányában mért feszültségek [5]
(a beírt számok kp/mm²-t jelentenek)



7. ábra. U-szelvények hosszirányában mért feszültségek [5]
(a beírt számok kp/mm²-t jelentenek)

szelvény hengerlési véghőmérséklete aránylag olyan nagy legyen, amelyen még nem számottevő a gerinc és a talpak közötti hőfokkülönbség.

A könnyített szelvények hengerlés közben adódó erősebb lehűlése miatt nagyobb lesz az anyag melegszilárdsága, amelynek természetes következménye az üregkopás megnövekedése, illetve a nagyobb hengerfelhasználás.

Az üreg kiképzése akkor jó, ha az üreg minden része gyakorlatilag ugyanabban az időben használódik el. Az utóbbi törvényszerűségnek kielégítése az alakos szelvények, de különösen a könnyített szelvények hengerlésekor rendkívül nehéz. Ennek egyik oka a szelvény keresztmetszetében fennálló hőmérsékletkülönbség, másik pedig az, hogy a szelvény keresztmetszetében az anyagáramlás különböző irányú.

A hengerek és az üregek egyenletes mértékű kopása csak megfelelő üregezéssel és hengerminőséggel biztosítható.

Az üregkopás megállapítására célszerű a hengereket kiszerelésük után a hengereszterga műhelyben próbaállványra helyezni és meghatározni

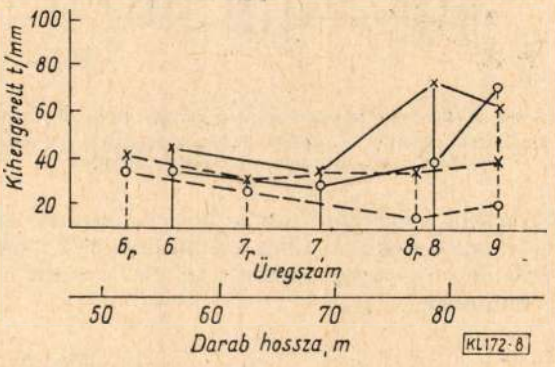
az abszolút hengerkopást a különböző üreghelyeken,

az utánesztergályozás mértékét,

a keletkezett üregkopás csökkentésének lehetőségét,

azokat a fajlagos mutatókat, amelyek a hengerkopásra jellemzők és amelyek alapján a különböző minőségű hengerek összehasonlíthatók. A hengerkopás legjellemzőbb fajlagos mutatója (t/mm) azt fejezi ki, hogy a hengerek utánesztergályozásakor minden mm átmérőcsökkenésnek hány tonna kihengerelt termék felel meg.

Minden hengerműben nyilvántartást vezetnek a hengerekről. A nyilvántartólapokat a hengerművekben rendszerint a hengeresztergályos bemondása alapján töltik ki és a lapokra csak a legerősebben kikopott üregrész kopásának nagyságát, illetve az ennek megfelelő utánesztergályozás mértékét jegyzik fel. Ez az adat egymagában azonban kevés az üregezés elbírálására, amelyhez arra lenne szükség, hogy a hengerek kiszerelése után az összes üreg kopása megállapítást nyerjen. Ha a nyilvántartás ilyen jellegű, akkor ezekből az adatokból a *8. ábrán* bemutatott jelleggöbékhez hasonlók szerkeszthetők. Az ábrákon az üregek kopása a kihengerelt termék mennyiségének és a darab hosszának függvényében van feltüntetve.



8. ábra. Különböző üregrészek kopásából szerkesztett jelleggörbe [2]

0 = nyitott talp, × = zárt talp, — = új üregezés, — — — = régi üregezés

A 8. ábrán megfigyelhető, hogy pl. a 200-as hagyományos I-szelvény nyitott talprészének kopása kisebb, mint ugyanezen üreg zárt talprészéé. Ez a megállapítás azonban a nyitott üregrészben fellépő őrlőhatású igénybevétel miatt nem meglepő. A 8. ábra az *1. táblázatban* közölt régi és a

1. táblázat

A hagyományos 200-as I-szelvény régi szúrásterv adatai

Üreg száma	Nyújtási tényező				Talpak ferdesége, %
	λ_k	λ_{ger}	λ_{ny} talp	λ_z talp	
1	—	—	—	—	—
2	1,32	1,50	1,17	1,21	2,3
3	1,36	1,45	1,44	1,18	2,3
4	1,43	1,50	1,58	1,20	2,2
5	1,36	1,40	1,45	1,23	2,1
6	1,34	1,19	1,59	1,27	2,3
7	1,20	1,19	1,31	1,11	1,8
8	1,23	1,17	1,25	1,32	1,0
9	1,09	1,06	1,03	1,21	0,5

2. táblázat

A hagyományos 200-as I-szelvény módosított szúrásterv adatai

Üreg száma	Nyújtási tényező				Talpak ferdesége %
	λ_k	λ_{ger}	λ_{ny} talp	λ_z talp	
1	—	—	—	—	—
2	1,40	1,45	1,35	1,35	2,2
3	1,44	1,47	1,39	1,39	2,2
4	1,37	1,38	1,37	1,37	2,1
5	1,34	1,32	1,36	1,36	1,9
6	1,30	1,30	1,30	1,30	o = 5, g = 2
7	1,23	1,23	1,23	1,23	o = 5, g = 2
8	1,14	1,14	1,15	1,14	o = 5, g = 2
9	1,07	1,06	1,08	1,08	0,5

2. táblázatban közölt módosított szúrásterv alapján készült. A régi üregezés átalakításakor a kész hengerpárba bevágott *6*, *7*. és *8*. üregeket úgy módosították, hogy elemi nyújtási tényezőik egymással megegyezzenek. Másik változtatás a talpak dőlésszögének növelése volt. Az új megoldásban a nyitott talprész külső oldalának dőlése 5%, a zárt lábrészé pedig 2%, míg a kész üreg ugyanezen részeinek dőlése csak 0,5%.

Már ez a kismértékű változtatás is növelte az üregek tartósságát és a hengerek élettartamát.

Az abszolút üregkopásra sem a különböző üregekre vonatkozó, egymástól eltérő közepes nyújtási tényezőknek, sem az egy üregen belül adódó különböző elemi nyújtási tényezőknek lényeges hatása nincsen, és így gyakorlatilag a hengerek élettartamát sem változtatják meg.

Ezek a megállapítások kísérleti eredményekkel igazolhatók [2]. Az előző kísérletben ugyanis a régi és az új üregsorral kihengerelt 1000 t-s mennyiség után a 200-as méretű hagyományos I-szelvény üregeinek kopása között *(3. táblázat)*

3. táblázat

A hagyományos 200-as I-szelvény hengerének üregkopásai mm/1000 t [2]

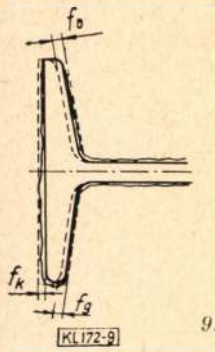
	Régi üregezés	Új üregezés
fo+	0,58—1,09	0,40—0,92
fg+	0,58—0,91	0,73—1,18
fk+	0,18—0,58	0,17—0,35

lényeges eltérés nem mutatkozott. Ebből az is következik, hogy az üregezés ilyen értelmű módosításával az abszolút üregkopás csak kis mértékben csökkenthető *(9. ábra)*.

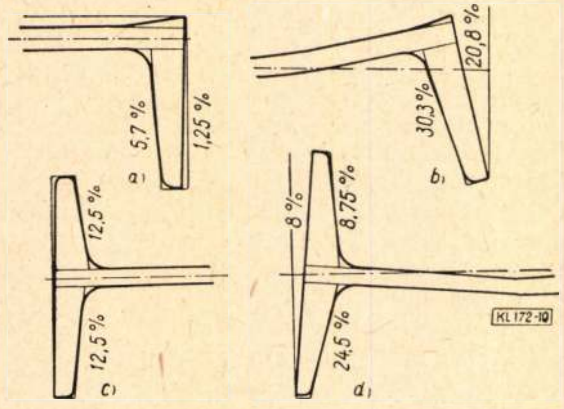
A hengerek élettartama szempontjából elsősorban a talpak dőlésszögének *(10. ábra)* erélyes növelése és a hengerek minősége a döntő. A talpak oldalferdeségének megfelelő mértékű meghatározásával a hengerkopás 25—50%-kal csökkenthető. Ezeket az üregezéseket a hengerművek igen jó eredménnyel egyre inkább használják.

A célnak legmegfelelőbb hengerminőség meg-

* A betűjelek értelmezése 9. ábrán

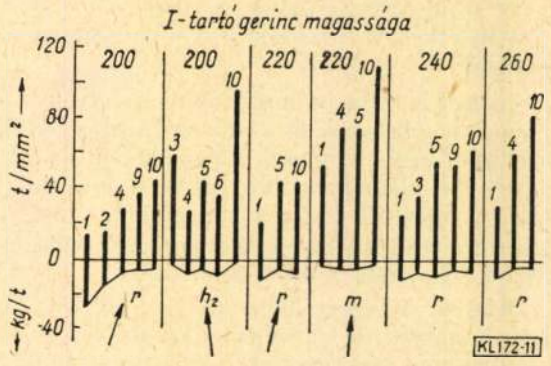


9. ábra. A 3. táblázat betűjelzéseinek értelmezése



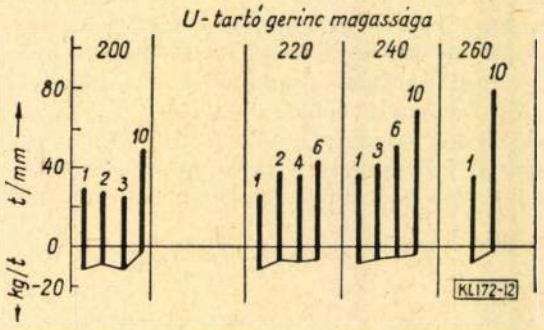
10. ábra. A talpak dőlésszögének növelése az üregkopás csökkentése céljából [2]

a, b = a könnyített U-szelvény, *c, d* = a könnyített I-szelvény talprészei; *a, c* = kis, *b, d* = nagy talpdőléssel



11. ábra. Különböző hengertartósságok grafikus ábrázolása

(4. táblázatból láthatók a használt hengerek adatai) *1—10* számok a 4. táblázat hengereinek sorszámát mutatják. *r* régi üregezés, *m* módosított üregezés, az ordinátán a 0-vonaltól lefelé kg/t, míg felfelé a t/mm fajlagos hengerkopás léptéke látható, *a* = U-szelvény, *b* = I-szelvény



12. ábra. Különböző hengertartósságok grafikus ábrázolása

(4. táblázatból láthatók a használt hengerek adatai) *1—10* számok a *4.* táblázat hengereinek sorszámát mutatják

állapítására a fajlagos hengerkopás összehasonlítása szükséges. Különböző minőségű hengerek tartósságát U- és I-acélok hengerlésekor a *11.*, *12. ábra* szemlélteti *(4. táblázat)*. Az ábrákból és táblázatból megállapítható, hogy mindkét szelvény hengerlésekor a *10*-es számú henger kopása a legkisebb, míg a legrosszabb az *1*-es számú henger minősége.

4. táblázat

A használt különféle hengerek elemzése [2]

Sorszám	Hengerminőség	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		%							
1	Öntöttvas	2,40	0,60	0,40	—	—	0,25	—	—
		2,80	0,80	0,60	0,40	0,12	0,30	—	—
2		2,95	0,50	0,40	—	—	0,55	0,55	—
		3,30	0,80	0,60	0,33	0,09	0,80	1,00	—
3		2,35	0,75	0,60	—	—	0,40	0,50	—
		2,90	1,35	1,20	0,23	0,15	0,70	1,00	—
4		1,65	0,90	0,75	—	—	0,10	0,15	0,20
		2,30	1,10	1,10	0,45	0,096	0,20	0,25	0,50
5		2,30	1,40	0,45	—	—	0,30	0,10	0,20
		2,75	1,75	0,60	0,23	0,12	0,45	0,20	0,30
6		3,20	1,70	0,40	—	—	0,60	0,90	0,30
		3,40	2,20	0,50	0,30	0,10	0,80	1,00	0,40
7	Öntöttvas felső henger	2,70	0,50	0,40	—	—	0,60	1,00	—
		3,10	0,80	0,70	0,30	0,10	0,80	1,40	—
	Öntöttvas alsó henger	2,70	0,50	0,40	—	—	0,60	2,80	—
		3,10	0,80	0,70	0,30	0,10	0,80	3,10	—
8	Gömbgrafitos öntöttvas	3,00	1,60	0,60	—	—	0,40	1,40	—
		3,20	1,80	0,80	0,40	0,10	0,60	1,60	—
9	Acél	0,50	0,40	0,40	—	—	0,90	0,30	0,25
		0,60	0,50	0,50	0,08	0,07	1,00	0,50	0,35
10		1,70	0,45	0,45	—	—	0,90	0,10	—
		2,00	0,85	1,00	0,055	0,045	1,20	0,60	—

A hengerek minőségével összefüggő élettartam a könnyített szelvények gazdaságos hengerlésének alapfeltétele.

A hengerkopás gazdasági következményeinek megállapításakor a következő tényezőket kell figyelembe venni:

1. a kihengerelt termékre vonatkoztatott hengerkopást, vagy az utánesztergályozás mértékét,

2. a hengerek törésre való hajlamosságát,

3. egy-egy termék legyártásához szükséges hengercserékből következő időkiesést,

4. az esztergályozási költségeket és

5. a hengerek árát.

IRODALOM

[1] *Alekszandrov, P.:* Könnyített I- és U-szelvény gyártásmódszere és a gyártás sajátosságai. Sztalj 6 (1960) 619—23. o.

[2] *Bergner, H.—Müller, O.:* Einsatz verschiedener Walzenqualitäten bei der Herstellung von Formstahl. Neue Hütte 8 (1963) 4. sz. 220—225. o.

[3] *Beynon, R. E.:* Amerikanische Träger- und U-Stahl-Kalibrierungen. Stahl und Eisen 71. (1951) 7. sz. 354—360. o.

[4] *Cook, P. M.:* The Institution of Mechanical Engineers. Westminster (1957) Werkstofftechnik u. Maschinenbau 1958. 673—76. o.

[5] *Gunin, I. V.—Pirjazev, D. I.—Volcsek, F. R.:* Az I- és U-szelvényben visszamaradó feszültségek Sztalj 6. (1959) 544—46. o.

[6] *Hoff, H.—Dahl, Th.:* Walzen und Kalibrieren. Düsseldorf (1954).

[7] *Pókos István:* Könnyített szelvények üzemszerű gyártásának bevezetése. Dunai Vasmű 6. (1962) 34—35. o.

[8] *Weber, K. H.:* Berechnungsunterlagen zur Ermittlung von Walzkraft und Drehmoment beim Warmwalzen. Freiberger Forschungshefte B 46 Metallformung; Akademie Verlag Berlin (1959).

Műszaki és gazdasági hírek

Bulgáriában a Balkán hegység nyugati részén **Etropole** mellett egy új *rézelőfordulást* találtak, mely a szakértők szerint a Medet-i előfordulásnál kétszeresen gazdagabb.
Metall 1964. 6. sz.

*

Ghanában a Ghana Pioneer Aluminium Faktory Ltd cég **tema**-i üzemében havi 3 t *alumíniumot* dolgoznak fel konyhaedényre. A gyárban két nagycsarnokú épület van, az egyikben készül az edény, a másikban szállítótartályok készülnek. Egy harmadik csarnok épül, melyben alumínium öntöde lesz. Az edénysajtoláshoz egy 80 és egy 55 t-s sajtó szolgál.
Alumínium 1964. 6. sz.

*

Az **OMBKE** által rendezett *alumínium kongresszusról* referál az „Alumínium". A lap részletesen leírja a magyar alumínium ipart, melyből a következőket közöljük:

A Székesfehérvári Könnyűfémmű kapacitása t/év-ben a következő: sajtoló és húzóüzem 15 000, hengermű 60 000, kábelmű 20 000, kőbányai fólia üzem 20 000 t, öntvény 30 000 t, egyéb üzemek feldolgozó képessége 20 000 t, összesen 165 000 t. 1980-ban a Székesfehérvári Könnyűfémmű kapacitása 300 000 t/év lesz, 1961-ben a gyártott alumínium felhasználás elosztása a következő volt százalékban.

közlekedési ipar	19,0
villamos ipar	39,8
élelmiszer és vegyszer csomagolás	7,1
edény és tömegcikk	15,9
gépipar	3,2
vas- és fémipar	4,3
építés	3,4
egyéb	7,3

Alumínium 1964. 6. sz.

*

Ghanában a **Volta** folyón létesített mesterséges tóba elkezdték a víz gyűjtését, melyre egy vízierőmű van építés alatt.
Alumínium 1964. 6. sz.

*

Kolumbiában Bucaramangában egy 7800 t kapacitású süllyesztékes kovácsoló üzemet építenek.
St. u. E. 1964. 16. sz.

*

Kínában Shanghaiban megindult az első ónozottlemezgyár. A gyárat kínai tervek alapján saját géppgyárak készítették el és szerelték fel.
St. u. E. 1964. 16. sz.

A **világon** 73 *atomerőmű* van üzemben, illetve építés alatt. Az erőművek beruházott teljesítménye 11050,65 MW.
St. u. E. 1964. 16. sz.

*

A **Szovjetunióban** egy 2700 m^3-es *nagyolvasztót* építenek, melyről a szovjet szakemberek azt állítják, hogy ez lesz a legnagyobb, még gazdaságos mű. Az évi termelési kapacitását 2 millió t-ra tervezik.
St. u. E. 1964. 16. sz.

*

Argentínában a Propulsora Siderurgica cég **La Plata** közelében 1,1 millió t *hengerelt félgyártmány* előállítására egy kohászati művet épít.
St. u. E. 1964. 16. sz.

*

Japánban a Yawata Iron Steel Co a **Tobata**-i gyárában a harmadik *elektrolitikus* folyamatos *ónozó* berendezést építik. Ezzel az ónozott lemezgyártó kapacitása havi 30 000 t-ra fog nőni.
St. u. E. 1964. 16. sz.

*

A *titán* nyersanyaga elsősorban az *ilmenit* és a *rutil*, melyek előfordulásának ma a legjelentősebb helyei az **USA**, **Kanada**, **India**, **Ausztrália**, **Japán**, **Norvégia** és **Finnország**. Jelentős ipara az utóbbi években az USA-ban, a SZU-ban, Angliában, Franciaországban, Japánban és az NDK-ban fejlődött ki. Ma már az ára a 10 év előttinek mindössze 25%-a. Felhasználása a vegyipari készülékek, a galvanotechnikában, a motor és repülőgépiparban, a rakétatechnikában jelentős. A Ti fém használatának fellendülését az bizonyítja, hogy az USA-ban titánfémgyártmányok 1961-ben elérték az 5000 t-t s 1963-ban már meghaladták a 6500 t-t.
Metall 1964. 7. sz.

*

A *cézium ára*, melyet az USA-ban a Dow Chemical Co cég állít elő, grammonként 1 $. A cézium az űrrepülés fontos hajtóanyaga.
Metall 1964. 7. sz.

*

Indiában Rourkela-i vasműben egy 150 000 t-s *ónozott lemezt* gyártó elektrolitikus berendezést állítanak fel.
Metall 1964. 7. sz.

*

Japán 8000 t *alumíniumtömböt* vásárolt a SZU-tól. A SZU további alumínium árut kínált a kelet-szibériai művekből Japánnak eladásra.
Alumínium 1964. 7. sz.

FERJENTSIK SÁNDOR

1891—1964



Szülőföldjének ipari környezete, valamint családjának szakmai hagyománya egyértelműen meghatározták számára a pályaválasztást. Tanulmányait Selmecbányán befejezve 1912-ben kezdte meg üzemi szolgálatát az ózdi Vasgyár finomhengerművében. Ez az üzem akkor egészen új volt, sőt részben még kiépülés alatt állott s a fiatal kohómérnöknek kitűnő alkalmat nyújtott a maga idejében igen korszerű berendezések megismerésére és az üzembehelyezés tanulságos tapasztalatainak gyűjtögetésére.

Néhány év múlva a Borsodnádasdi Lemezgyárhoz helyezi át őt vállalata, ahol azután szakmai működésének legnagyobb részét, közel három évtizedet tölt el mint üzemvezető-főmérnök, majd a gyár igazgatója. *Ferjentsik Sándor* ebben a finomlemezgyárban fejtette ki nemcsak műszaki sikerekben gazdag, de szervezési, szociális és emberbaráti hatásaiban is eredményes és jótékony működésének oroszlánrészét.

A két világháború között eltelt időszakban *Ferjentsik Sándor* a nádasdi lemezgyártás majdnem valamennyi műveletét korszerűsítette, felújította s az akkor már félévszázadnál öregebb üzemből kiváló minőségű termékeket igen gazdaságosan előállító termelő szervezetet alakított ki. Különös figyelmet szentelt a gyártás elő- és kikészítő műveleteinek, illetve berendezéseinek, nevezetesen a féltermékek hevítésének, a lemezek pácolásának, hőkezelésének, ónozásának, horganyzásának, raktározásának stb. korszerűsítésére.

Az üzemi gyakorlatot űző mérnök, sajnos, sohasem volt és ma sincs abban a helyzetben, hogy alkotásait, tevékenységét, újításait maradék nélkül a nevével is fémjelezhesse. Ha ez így volna, akkor a gyár ma is működő számos termelőeszköze, gyártási módszere hirdetné még *Ferjentsik Sándor* nevét legalább addig, amíg a feltartóztathatatlan műszaki fejlődés korszerűbbet nem állít helyükre.

1945 után visszakerült Ózdra, munkálkodásának első színhelyére. Itt a kohászati üzemrészek főtechnológusa, vagyis legfőbb szakmai irányítója volt esztendőkön keresztül. Ezt a széleskörű vezető szerepet is nagy körültekintéssel, a szakmánála soha meg nem szűnő tanulásában gyökerező, mélyen szántó tudással és a hosszú életpályával arányosan gyarapodó bölcsességgel látta el.

A benne felhalmozódott tudást és tapasztalatot sohasem tekintette kizárólagos tulajdonának. Bőségesen árasztotta azt magából minden rendű és rangú munkatársának, még hozzá egészen kimagasló pedagógiai képességének latba vetésével is. Szolgálata utolsó éveiben fáradhatatlan odaadással vezette, irányította az ózdi Állami Műszaki Főiskolát, majd az ebből kifejlődött esti tagozatát a Miskolci Nehézipari Műegyetemnek. Ugyancsak évekig tagja volt a Kohómérnöki Kar Állami Vizsgáztató Bizottságának.

Ferjentsik Sándortól az ózdi temetőben a kollégák és szaktársak nevében *Balsay István* professzor búcsúzott és szakmai kiválóságán kívül különösen kiemelte emberi nagyságát, amellyel hosszú pályafutása alatt minden hivatali, baráti, emberbaráti ténykedését olyan magasztos tartalommal töltötte meg, amilyenre csak a kivételes jellemű, az emberi méltóság mellett hitet tevő egyéniségek képesek.

Élete utolsó napjait valóban bearanyozta az aranydiploma, amelyért — miként azt az ünnepi tanácsülésen hangoztatta — nem tett semmiféle vizsgát. De amikor végig pillantott az elmúlt félévszázadon és emlékezetében felelevenedett, végigviharzott annak minden küzdelme, minden sikere és kudarca, öröme és szenvedése, akkor megnyugodott és rájött arra, hogy mégis csak vizsgázott azért a szép diplomáért. Vizsgáztatta őt az Élet, minden időben, minden nap, szakmai tudásból, munkaszeretetből és emberségből.

Ferjentsik Sándornak ez a második diplomája ugyancsak jeles eredményű volt.

A megbecsülés és kitüntetés látható jeleinél is többre becsülte barátainak, szaktársainak feléje irányuló mindig csak fokozódó osztatlan, mély, őszinte tiszteletét és szeretetét. Ez a tisztelő szeretet az emlékezésben igen-igen sokáig túléli *Ferjentsik Sándort* a nagytudású kohómérnököt, a mindig segítőkész jóbarátot, az aranyszívű igaz embert.

Szeless László

Magnéziummal aktivált elektroncsövek nikkel-oxidkatódjainak előállítása vákuumban

Dr. TÓTH LAJOS, a műszaki tudományok kandidátusa
Csepeli Fémmű Kísérleti Osztály

DK 621.3.032.2 : 669.24 : 621.265.5

Az elektroncsövek közvetett fűtésű oxidkatódjainak hordozóanyaga nikkel. A nikkel az elektroncsőgyártás ideális anyaga: képlékeny, melegen és hidegen jól alakítható, jól húzható és hegeszthető. Jól vezeti a villamosságot és a hőt. Kiváló a kémiai stabilitása, nehezen oxidálódik, ugyanakkor a felületén képződött oxidok hidrogénnel könnyen redukálhatók. Melegszilárdsága aránylag nagy, 800 C°-on hosszú ideig képes terheléseket elviselni, rövidebb ideig még 1100 C°-on is.

Az oxidkatódok működése — mint ismeretes — a csőalakú nikkelkatódra (katódcsőre) néhány mikron vastagságban felvitt aktivált alkáliföldfém-oxidok termikus elektronemisszióján alapszik. Régóta ismert tény, hogy a katód emissziós tulajdonságai nagymértékben függnek a nikkel minőségétől, illetve az oxidréteg és a nikkel kölcsönhatásától. A cső munkahőmérsékletén a nikkel nem reagál az emittáló réteg oxidjaival, ellenben a nikkelhez adott kis mennyiségű ötvözők, az aktivátorok (pl. Mg, Cr, Ti, Zr, Al stb.) meghatározott körülmények között redukálják az alkáliföldfémek oxidjait (pl. báriumoxidot), és így a nikkel és az oxidréteg között a katód élettartamát megnövelő kis mennyiségű színbárium keletkezik.

A korszerű, hosszú élettartamú elektroncsövekben használt nikkelcsövek legfontosabb aktivátora a magnézium. Aktiváló hatása gyors és nagyfokú, ugyanakkor a keletkezett magnéziumoxid csak igen kis mértékben csökkenti az elektronemissziót. A cső üzeme szempontjából igen fontos a magnéziumtartalom szigorú körülhatárolása, ui. 0,02%-nál kevesebb mennyiségben a magnézium nem fejti ki a kellő aktiváló hatást, túlötvözése pedig a szükségesnél több báriumoxidot redukál, ami egyrészt izolációs hibát okoz, másrészt rácsemissziót vált ki. Ezért a nikkelkatód 0,02—0,1% Mg-ot tartalmaz. Magától érthető, hogy a magnéziumnak fémes alakban kell jelen lennie a nikkelben [1].

A hosszú élettartamú elektroncsövek oxidkatódjainak maganyaga csak tiszta, minimális szennyezést tartalmazó nikkel lehet, mivel a kis mennyiségben jelenlevő rézen és kobalton kívül az összes többi szennyező rontja a katód emittáló tulajdonságait. Különösen veszélyesek a Fe, Mn, Cl, S szennyezők, ezeket katódméregnek nevezzük, amelyek már kis mennyiségben is rendkívül erősen rontják az emissziót. Káros hatású a szilícium és az alumínium is. A szilícium nagy ellenállású, az emissziót rontó izoláló báriumszilikát réteg képződésére vezet, az alumínium gyors reakciója pedig lepergeti az oxidréteget. Az Sn, Pb, Zn, Cd, As, Sb, Bi és Cr gőztenziója nagy, így a cső munkahőmérsékletén elgőzölögnek, ezáltal rontják a vákuumot és izolációs zavarokat okoznak [2].

A hazai, magnéziummal aktivált nikkel-katódcsövek alapanyagának minőségét a KGMSZ 622.407 sz. szakmai szabvány írja elő. A szabvány megkülönböztet *A* és *B* minőséget a szilícium-, magnézium- és az alumíniumtartalom szerint *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Magnéziummal aktivált nikkelkatódcsövek alapanyaga

	A minőség	*B* minőség
	összetétele %-ban	
Ni + Co (Co max. 0,5)	min. 99,80	min. 99,80
Mn	max. 0,03	max. 0,03
Fe	max. 0,10	max. 0,10
Cu	max. 0,04	max. 0,04
Si	0,01—0,03	0,03 —0,05
C	max. 0,05	max. 0,08
S	max. 0,005	max. 0,005
Mg	0,025—0,07	0,07—0,11
Al	0,01—0,03	0,03—0,05
Pb, Cd, As, Sb, Sn, Bi, Zn együttesen	max. 0,005	max. 0,005

A nikkelkatódcső alapanyaga csak gondos átolvasztással állítható elő. Jóllehet nyitott indukciós olvasztó berendezésben — tiszta, jó minőségű nikkelkatódból kiindulva, megfelelő takaróanyagok használatával — is előállítható minimális szennyezést és az előírt mennyiségű magnéziumot tartalmazó tuskó, mégis a vákuumos gyártó módszerek meghonosodásával a nikkel-katódcsövek anyagát célszerűbb vákuumban átolvasztva és öntéssel előállítani [3]. A vákuumos előállításnak a nyitott tégelyes előállítással szemben a következő előnyei vannak:

kisebb az oxigén- és a karbontartalom,
kisebb a szennyezőtartalom,
pontosabb a magnéziumötvözés,
a kisméretű, vékonyfalú csövek előállításához szükséges nagyfokú képlékenység biztosítható.

Az alábbiakban a magnéziummal aktivált nikkelkatód maganyag vákuumos átolvasztásának egyes fontosabb kérdéseit tárgyaljuk: így a nikkelkatód-betét előkészítését, a tégely anyagának kiválasztását, a fürdő dezoxidálását és a magnézium ötvözését.

A betét előkészítése

A katódcsövek gyártásához GOSZT 849—46. sz. szabvány szerinti N-O és N-1 minőségű nikkelkatódot használtunk. Az átolvasztást megelőző előkészítés feladata a katód oxigén- és kéntartalmának csökkentése, illetve a katód felületén levő szulfátmaradványok eltávolítása. Evégett a nikkelkatódokat kb. 0,7 m³ térfogatú retortás kemen-

cében hidrogénáramban 1000 C°-on két óra hosszat izzítottuk. A hidrogén oxigénszennyeződése 0,05%-nál kisebb, harmatpontja —15 C°, adagolási sebessége 600 l/óra. A védőgázas izzítás eredményeként a katódok felületén, a szemcsehatárok mentén levő oxidok redukálódtak, a szulfátmaradványokban levő kén kénhidrogén alakban távozott. A katód kilágyul, Brinell-keménysége kb. 100 kp/mm² lesz és így jól darabolható.

Az izzított katódok szennyezőtartalma: C 0,03%, S 0,006%, O 0,01%, Mg 0,01%, Co < 0,01%, Mn < 0,01%, Fe < 0,05%, Cu < 0,05%, Si < < 0,05%, Al < 0,01%, Zn, Sn, Bi, Pb, Sb, Cd, As < 0,005%.

Az olvasztótégely anyaga

Ha a katódcső alapanyagát indukciós vákuumkemencében olvasztják át a fémolvadék és a tégely közti reakciót — amely a fürdő szennyeződését idézi elő — a minimumra kell szorítani. Mint ismeretes, oxidtégelyben való átolvasztáskor az olvadék C-tartalma és a tégely anyaga közt a

$$Me_xO_y + YC_{(olvadék)} \rightleftarrows xMe + yCO_{(gáz)}$$

egyenlet szerinti reakció megy végbe. A nyomáscsökkentés hatására, illetve a reakció gáztermékeinek elszivatása következtében a reakció jobb irányú. A tégely anyagának stabilitását az átolvasztás adott hőmérsékletén a keletkezett szénmonoxid-gáz parciális nyomása jellemzi, éspedig minél kisebb a szénmonoxid parciális nyomása, annál stabilisabb a tégely.

Az egyes tégelyanyagokra a szénmonoxid parciális nyomása kellő pontossággal kiszámítható az alábbi megfontolásokból és feltételekből kiindulva:

a fürdő hőmérséklete 1600 C°; a fürdő karbontartalma 0,05%; a karbon kémiai aktivitása helyett a százalékos mennyiséggel számolunk, ami kis karbontartalommal kb. 5—10%-os hibát okozhat.

Magnéziumoxid-tégelyben a reakció:

$$MgO_{(tégely)} + C_{(oldott)} \rightleftarrows Mg_{(gáz)} + CO_{(gáz)}.$$

A reakció egyensúlyi állandója:

$$K_P = \frac{P_{CO} \cdot P_{Mg}}{(a_C)} \sim \frac{P_{CO} \cdot P_{Mg}}{(\%C)},$$

másrészt a termodinamikai összefüggések szerint

$$\triangle G° = -RT \ln K_P = -4{,}575 T \lg K_P \text{ és}$$
$$\triangle G° = \triangle H_0 - T \triangle S°,$$

ahol $\triangle G°$ a reakció termodinamikai normálpotenciáljának változása,

$\triangle H°$ a reakció standard entalpiájának változása,

$\triangle S°$ a reakció standard entropiájának változása,

T a reakció hőmérséklete Kelvin-fokokban,

P_{CO} a szénmonoxid parciális nyomása,

P_{Mg} a magnéziumgáz parciális nyomása,

a_C az oldott karbon aktivitása,

%C az olvadék karbontartalma %-ban.

$$\triangle G_0 = \pm 140\,090 - 55{,}62\,T = 35\,890 \text{ cal}$$

$$\log K_P = \frac{\triangle G°}{(4{,}575)(1873)};$$

$$K_P = 6{,}45 \cdot 10^{-5} \cdot$$

$P_{CO} \cdot P_{Mg} = (6{,}45 - 10^{-5}) \cdot 0{,}05 = 3{,}225 \cdot 10^{-6}$ at². Feltételezve, hogy $P_{CO} = P_{Mg}$,

a $P_{CO} = 1{,}35$ torr.

Alumíniumoxid- és szilíciumoxid- tégelyre elvégezve a számítást, a szénmonoxid parciális nyomására az alábbi értékeket kapjuk:

$$P_{SiO_2} = 518 \text{ torr.}$$

$$P_{Al_2O_3} = 5{,}9 \text{ torr.}$$

A parciális szénmonoxid-nyomások azt mutatják, hogy a használatos tégelyanyagok közül a nikkelkatódcső alapanyagának átolvasztásakor csak alumíniumoxid- és magnéziumoxid- tégely jöhet számításba. A szilíciumoxid-tégely az átolvasztás hőmérsékletén nem stabilis és így a fémet az igen káros hatású szilíciummal szennyezi. A magnéziumoxid-tégely nagyobb hőtágulási együtthatója és valamivel kisebb hővezetőképessége következtében a hőmérséklet-változásokra érzékenyebb, így élettartama rövidebb. A magnéziumoxid hőtágulási együtthatója 20—1000 C° között 11—15 · 10^{-6}, hővezetőképessége pedig 1425 C°-on 55,2 · 10^{-4} cal/s.cm.C°. Az alumíniumoxid hőtágulási együtthatója 6—9 × 10^{-6}, hővezetőképessége pedig 1430 C°-on 58,6 · 10^{-4} cal/s. cm. C°[4]. Figyelembe véve azonban, hogy az aktivált katódcsőanyag olvasztásakor a magnéziumszennyeződés nem káros hatású, hiszen magnéziumot ötvözünk be, a magnéziumoxid-tégely használata célszerű, nem pedig az alumíniumoxidé, amely káros szennyeződést okozhat.

Magnéziumoxid-tégely használatakor szükséges még megvizsgálni a tégely oxidpotenciáljának alakulását az átolvasztás körülményei között.

A magnéziumoxid a $2\,(MgO) \rightleftarrows 2\,(Mg) + (O_2)$ egyenlet szerint disszociál. A reakció egyensúlyi állandója

$$K_P = P^2_{Mg} \cdot P_{O_2}.$$

A reakció termodinamikai normálpotenciáljának változása 1600 C°-on 169 500 cal/mol [5], ahonnan az egyensúlyi állandó:

$$\log K_P = -19{,}75.$$

A szükséges számítást elvégezve, az oxigén parciális nyomása 1,97 × 10^{-4} torr.

Darling [5] vizsgálatai szerint a 0,05—0,4% oxigént tartalmazó nikkelfürdő oxid-disszociációs nyomása kb. két nagyságrenddel nagyobb, 1652 C°-on 10^{-2} torr. Ebből az következik, hogy a nikkel az oxidálás veszélye nélkül átolvasztható magnéziumoxid-tégelyben.

A nikkeladagokat gondosan kiszárított és grafitdugóval kiégetett, döngölt magnéziumoxid-tégelyben olvasztottuk át. Az egyes adagok átolvasztása után a tégelyt gondosan kitisztítottuk az átolvasztási maradványoktól és kb. minden 10-ik adag után a tégelyt alumíniumoxiddal javí-

tottuk. Javítás után a tégelyt ismét grafitdugóval égettük ki. A tégely élettartama kb. 50—60 adag volt.

A fürdő dezoxidálása

A hidrogénáramban izzított nikkelkatód oxigéntartalma 0,008—0,02% között változik. Ezenkívül a fürdőbe kerülhet még oxigén az előző átolvasztásból a tégely falán visszamaradt oxidálódott fémcseppekből, fröccsenésekből, az izzó tégelybe helyezett katód oxidációjából és a kemence tömítetlenségein keresztül beáramló levegőből. A nikkeloxid disszociációja 1600 C° körül igen kicsi, így a dezoxidálás üzemi viszonyok között csak karbonnal végezhető el. A dezoxidálást a magnézium-ötvözés előtt kell elvégezni, hogy az ötvözés megfelelő pontosságú legyen. A dezoxidálást továbbá úgy kell végezni, hogy a fürdőben visszamaradt karbon mennyisége ne haladja meg a szabványban előírt 0,05%-ot. A dezoxidálásra 0,07% karbont adagoltunk, figyelembe véve a katódban eleve meglevő 0,03% karbontartalmat. A fürdő dezoxidálása — elhanyagolva a szennyezőket — az alábbi reakció szerint megy végbe :

$$NiO + C_{(old)} \rightleftarrows Ni + CO_{(gáz)}$$

Az aktivitást a reakcióba lépő elemek százalékos mennyiségével helyettesítve, a reakció egyensúlyi állandója :

$$K_P = \frac{P_{CO}}{(\%C)(\%O)}$$

Az egyensúlyi állandó függvénye a nyomásnak és a hőmérsékletnek : minél kisebb a nyomás és minél nagyobb a hőmérséklet, annál kisebb a fürdőben visszamaradt C- és O-tartalom.

Feltételezzük, hogy a kemencében levő összes nyomás a CO parciális nyomásával egyenlő (10^{-3} torr), az olvasztás hőmérséklete 1600 C°, az oldott karbon mennyisége 0,1%. Ekkor a reakció termodinamikai normálpotenciáljának változása :

$$G^\circ = 8{,}510 - 7{,}52\ T$$

$$\log K_P = \frac{-22{,}600}{-4{,}575 \cdot 1873} = 2{,}637,$$

$$K_P = 420,$$

$$O\% = \frac{10^{-3}}{0{,}1 \cdot 420} = 0{,}000024\%.$$

Tehát a számítás szerint a fürdőben a dezoxidálás után visszamarad 0,000024% oxigén. Ezen az elméleti értéken azonban a beszivárgás, a tégely-reakció és az argonnal bevitt oxigén következtében nagyobb mennyiségben marad vissza oxigén. Az elemzett nikkeladagok oxigéntartalma 0,002 és 0,0009% között van. Mindenesetre az ilyen mértékig dezoxidált fürdő lehetővé teszi a magnézium pontos ötvözését.

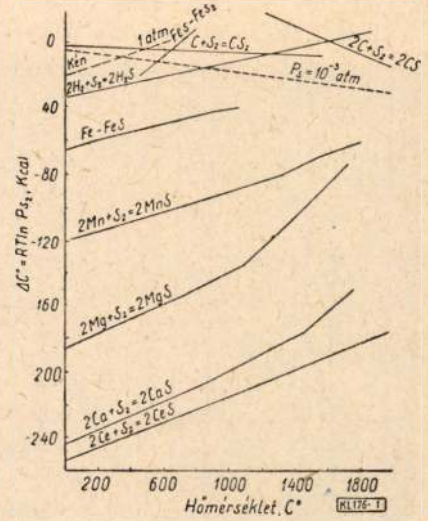
A fürdő dezoxidálását 2% karbontartalmú nikkelkarbon segédötvözettel végeztük. Ha a karbont segédötvözet alakjában adagoljuk, akkor jobb a dezoxidálás. A nikkelkarbon segédötvözetet a betét tetejére helyezzük, úgyhogy lehetőleg utoljára olvadjon meg. Ily módon az átolvasztás során nem keletkezik a tégelyt megtámadó karbondús olvadék. Ha a segédötvözetet a tégely aljára helyeznénk, az olvadás kezdetén karbonfelesleget tartalmazó fürdő keletkeznék, amely a tégellyel reakcióba lépne.

A dezoxidálási folyamat idejét főképpen a szénmonoxid fürdőből való eltávozásának sebessége szabja meg. A szénmonoxid a nikkelből buborék alakban, míg a hidrogén főleg diffúzióval távozik. A gáztalanodás mértékét, ha a gázok buborék alakban távoznak el, a buborékképződés sebessége szabja meg, ui. a buborék emelkedési sebessége a Stokes-törvény értelmében nagy. A buborékképződés sebessége a fémolvadék hidrosztatikai nyomása és a felületi feszültségből eredő nyomás következtében igen kicsiny, még akkor is, ha a fürdő feletti gáztér nyomása nulla. Ennek következtében a buborékképződés az olvadéknak csupán a legfelső néhány, 1—2 cm mély rétegében lehetséges [6]. Ezért van az, hogy a gázok eltávozásának sebességét a fürdő keveredésének foka, illetve a tégelyben uralkodó áramlások szabják meg [7]. A fenti szempontokból kiindulva a katódcső-anyag előállítása során az adagot 30 percig vákuumban pihentettük. A pihentetés alatt a betétet, bár csökkentett teljesítménnyel, de fűtöttük, hogy biztosítsuk a fürdő keveredését. A pihentetés végén a kemencetérben a nyomás 10^{-3} torr, a nikkel összgáztartalma 7—8 cm³/100 g.

A kénlekötés és a magnéziumötvözés

A betét kéntartalma általában 0,005—0,004%. Az ilyen kéntartalmú nikkel melegalakításkor törékeny. A nikkel csak 0,002% és ennél kisebb kéntartalommal edzés nélkül alakítható [8]. A fürdő kéntartalmát magnéziummal kötöttük le. A magnézium, amint az *1. ábra* mutatja, a mangánnál hatásosabb kénlekötő, sőt *Rogeljberg* és *Spicsinyeckij* [8] adatai szerint nem is kell olyan nagy fölöslegben adagolni, mint a mangánt. Magnéziumból már ötszörös fölösleg biztosítja a kén tökéletes lekötését, míg mangánból sokszoros fölösleg volna szükséges.

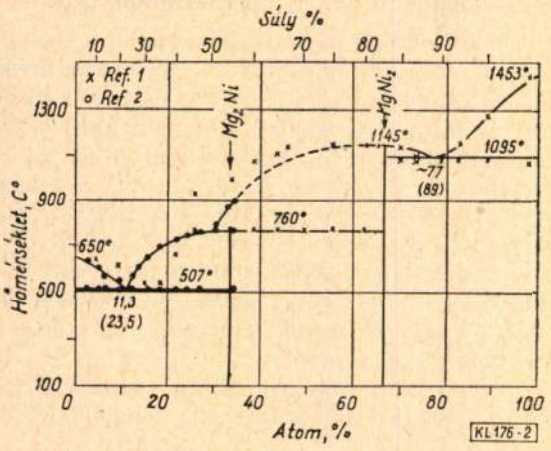
A magnézium-ötvözés vákuumban a fém nagy gőztenziója és kis fajsúlya miatt megfelelő felké-



1. ábra. Fémszulfidok képződésének termodinamikai normál potenciálja különféle hőmérsékleten

szültséget és gondos technikai vezetést kíván, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy kb. 0,1—0,03% magnéziumot kell megfelelő pontossággal, reprodukálhatóan beötvözni és azt is, hogy a magnéziumnak homogén ötvözetet kell alkotnia a nikkellel. A magnéziumot 20—30% magnéziumtartalmú nikkel-magnézium segédötvözet alakjában adagoltuk. Magának a nikkel-magnézium segédötvözetnek a készítése is számos nehézséggel jár. A magnézium 1000 C° felett levegőn rendkívül gyorsan, folyékony nikkelfürdőbe való adagoláskor pedig robbanásszerűen ég el.

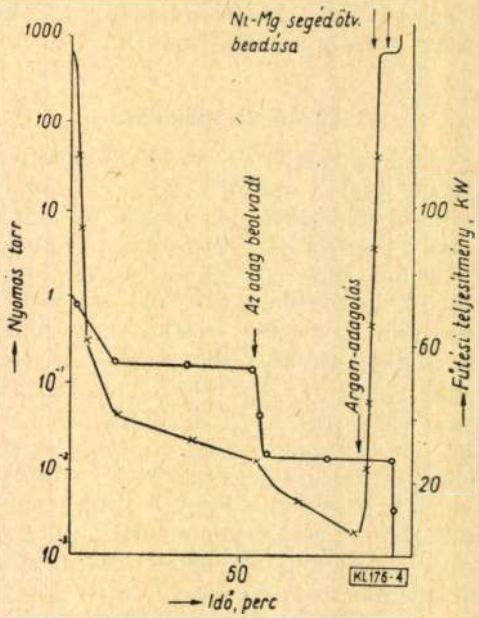
A segédötvözet vákuumban való megolvasztását a magnézium nagy gőztenziója teszi lehetetlenné. Ezért a segédötvözet készítésekor úgy jártunk el, hogy a nyitott tégelyben megolvasztott magnéziumba adagoltuk a nikkelt, így az ötvözés előrehaladásával a magnézium gőztenziója és oxigén iránti affinitása csökken. 1300 C°-ra hevített acéltégelyben a magnéziumot megömlesztettük és az olvadt magnéziumba 0,3—0,2 mm vastag nikkellemezhulladékot adagoltunk. A fürdő nikkeltartalmának növelésével emelkedik az ötvözet olvadáspontja, amint azt az egyensúlyi diagram mutatja *(2. ábra)*. Ezért az ötvözet készítése közben a fürdőt erősen hevíteni kell. Az ötvözetkészítés gyors levezetésén kívül a magnézium égését magnézium-oxidklorid takaró használatával gátoltuk meg. Egy adag készítésének ideje kb. 10 perc. A



2. ábra. Mg—Ni egyensúlyi diagram



3. ábra. Mg—Ni segédötvözet mikroszerkezete
Nagyítás 30-szoros, eredeti 40-szeres



4. ábra. A nyomás és a fűtési teljesítmény változása az átolvasztás során
x nyomás, o fűtési teljesítmény



5. ábra. Az öntött tuskó makrosszerkezete
Kicsinyítés 0,16-szoros

segédötvözet magnéziumtartalma 20—30% között váltakozott, mikroszerkezetét a *3. ábra* mutatja.

Hasonló magnéziumtartalmú segédötvözet alakjában adagolt magnézium ötvözését 1 torr vákuum alatt *Kaiser* és munkatársai [9] vizsgálták. Méréseik szerint az adagolás és az öntés között eltelt idő függvényében a fürdő magnéziumtartalma a következőképpen csökken :

a Mg-ötvözés és az öntés között eltelt idő, perc	az előhúzott cső Mg-tartalma, %
1	0,04
2	0,031
3	0,036
4	0,027

A magnézium-kén reakcióhoz és a magnézium homogén eloszlásához a tégelyben 2—3 perc szükséges [9].

A magnézium-elgőzölgés csökkentése céljából a segédötvözetet 700 torr argonnyomás alatt adagoltuk a fürdőbe, az evakuált utánadagoló berendezés segítségével. A magnéziumot 30%-kal túladagoltuk, ezáltal biztosítottuk a kénlekötéshez szükséges magnéziumot, a gőzölgési és egyéb veszteség pótlását. Az ötvözés után 2 perccel az adagot kokillába öntöttük.

A *4. ábra* az átolvasztás során mért nyomás és fűtési teljesítmény változását mutatja. Az ábrán nyíllal feltüntettük a fontosabb technikai műveleteket. Az *5. ábrán* az öntött hengerlési tuskó

2. táblázat

Egyes tuskók szennyezőtartalma

Próba szám	Szennyezőtartalom, %						Mg-tartalom, %
	Al	Si	Fe	Cu	S	C[1]	
1	0,01	0,02	0,01	0,02	0,0030	0,020	0,045
2	0,01	0,02	0,03	0,01	0,0020	0,020	0,070
3	0,01	0,02	0,02	0,03	0,0010	0,040	0,060
4	0,01	0,01	0,03	0,02	0,0030	0,025	0,040
5	0,01	0,01	0,04	0,02	0,0020	0,010	0,045
6	0,01	0,01	0,01	0,03	0,0030	0,020	0,050
7	0,01	0,01	0,02	0,01	0,0030	0,030	0,060
8	0,01	0,01	0,03	0,02	0,0035	0,030	0,040
9	0,01	0,01	0,03	0,02	0,0010	0,020	0,050
10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,0040	0,030	0,250

[1] A széntartalmat a 0,5 mm vastagságúra hengerelt szalagokon határoztuk meg.

makroszerkezete, a *6. ábrán* pedig mikroszerkezete látható. Amint azt az 5. és 6. ábra mutatja, az öntöttvas kokillába öntött tuskó szövetszerkezete durva, de zárvány- és oxidmentes. Ezt támasztja alá az elektronmikroszkópos felvétel is *(7. ábra)*. A 14 000-szeres nagyítású felvétel is oxid- és zárványmentes szövetszerkezetet mutat.

A *2. táblázat* tíz adag kémiai elemzését tartalmazza a fontosabb elemekre. A táblázatból látható, hogy az öntött adagok Mg-tartalma 0,025—0,07% között váltakozik, mégpedig általában 0,04—0,06%, ui. a megrendelő kérésére a Mg-tartalmat a felső határon igyekeztünk tartani. A táblázatból a káros hatású szennyezők mennyiségének szórása is látható. A Si- és Al-tartalom mindig kisebb mint 0,02%, a vastartalom is kevesebb a szabványban előírtnál. Az elemzési adatok



6. ábra. Az öntött tuskó mikroszerkezete
Nagyítás 12-szeres, eredeti 17-szeres



7. ábra Az öntött tuskóról készített elektronmikroszkópos felvétel
Nagyítás 14 000-szeres, eredeti 20 000-szeres

tanúsága szerint a választott átolvasztási módszerrel a magnéziumot kellő pontossággal lehet ötvözni, és az ötvözött magnézium — amint ezt a metallográfiai felvételek bizonyítják — fémes, nempedig oxid-alakban van jelen a nikkelben.

IRODALOM

[1] Werkstoff Handbuch Nichteisenmetalle. 2. Aufl. VDI. Verlag. G. m. B. H. Düsseldorf, 1960.
[2] *Dahlke, W.:* Telefunken Zeitung, 1954. H. 104. 76—87. o.
[3] *Deniffleé S.:* Fémipari Kutató Intézet. Dokumentáció. 1958.
[4] *Seybold, A. V.—Burke, I. E.:* Procedura in experimental Metallurgy. N. Y. 1953.
[5] *Darling, A. S.:* Metallurgia. 1961. jún. 7—13. o.
[6] *Verő J.:* Kohászati L. 1959. 569-583. o.
[7] *Knüppel, H.—Oerters, F.:* Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1962. 729. o.
[8] *Rogeljberg, J. L.—Spicsnyeckij, I. Sz.:* Cvetnüe Metallü, 1958. júl. 61—65. o.
[9] *Kaiser, K.—Pupke, G.—Jablonski, F.:* Neue Hütte. 1959. aug. 484—493. o.

HIBAIGAZÍTÁS

A Kohászati Lapok f. évi 4. számában a 199. oldalon a „Lenyomatkészítési eljárások acélok elektronmikroszkópos vizsgálatára" című dolgozat negyedik bekezdés hatodik sorában a szerző hibáján kívül egy sajnálatos hiba csúszott be. Kérjük a következőképpen helyesbíteni. *A kétszeresen nagyobb* helyett **két nagyságrenddel nagyobb** írandó.

*

A 10. számban a 477. oldalon látható öt egyenlet közül a harmadikban az egyik együttható hibás, helyesen a köve kező:

$$Y'_{1000}\ C° = 6{,}3 + 3{,}10X$$

az 1. ábrában a 20 C°-os görbe is hibás. A görbe az egyenlet szerint átrajzolandó.

A reveszegény üzemű kovácskemencék*

Dr. NAHOCZKY ALFONZ szaktanácsadó

DK 621.783 620.191

1. A szokványos kialakítású, közvetlen tüzelésű kovács kemencék reveképző hatása

A reve a vas felületére fekvő FeO-ból (95%-ban), az erre rétegeződő Fe_3O_4-ből (4%-ban), majd a felszinen elhelyezkedő Fe_2O_3-ból (1%-ban) áll. Gyakorlati mennyiségi összetétele ettől eltér, mert az 1370 C°-on olvadó FeO lehűlése közben, 570 C°-on Fe_3O_4-gyé ($FeO \cdot Fe_2O_3$) alakul át [1]. Ezt az átalakulást a kemenceatmoszféra és a reve szennyezői is megváltoztatják.

	FeO %	Fe_2O_3 %	Egyéb %	Fe %
Így pl. Kohógázzal fűtött tolókemencében, ha a levegő tényező $\lambda = 1{,}08$	59—69	40—30	0,5	72—75
Kokszkemencegázzal fűtött tolókemencében ha a levegő tényező $\lambda = 1{,}04$	70—78	29—22	0,1	75—76

Ennek megfelelően a reve olvadáspontja is 1300 C° körül mozog [2].

A képződött revét, a_2-t, egy bizonyos hőmérsékleten az 1 óra alatt leégett fajlagos mennyiség a kg/m²·h és a hevítési idő t függvényében az eddig végzett kutatómunkák alapján a következő függvény adja meg :

$$a_2 = a\sqrt{t} \qquad \text{kg/m}^2$$

A kísérletek 2 óráig tartó hevítésig igazolták e függvény helyességét. Az a értékei legérzékenyebben 0,9—1,1 között változnak. A tüzelőszerek hatását, tehát a tűztér gázatmoszféráit a két szélső esetre, a kokszkemencegázra és a kohógázra kísérletileg megállapították (1. táblázat).

1. táblázat

Az acél leégése, ennek változása s erre a levegőtényező [λ] hatása

Hőmérs., C°	Kokszkemencegáz levegőtényező λ			Hőmérs., C°	Kohógáz levegőtényező, λ		
	0,9	1,0	1,1		0,9	1,0	1,1
700	0,50	0,15	1,6	700	0,75	0,1	1,3
1000	0,55	0,65	1,6	1000	0,80	0,5	1,3
1300	0,85	3,10	1,2	1300	0,95	2,9	1,1

A többi tüzelőanyagokkal való fűtéskor az a e két határ közé esik.

Elméleti levegővel való tüzeléskor a fajlagos leégés a a különböző tüzelőszerek hatása alatt nem tér el egymástól lényegesen. A levegőfelesleg, illetve levegőhiány hatása a kisebb hőmérsékleteken erősebb, mint a nagyobbakon. Sőt az egészen nagy, 1300 C° körüli hőmérsékleteken a levegőtényező változtatása már csak csekély mértékben csökkenti, vagy növeli az elméleti levegővel való tüzelés által okozott leégést, pedig 1000 C°-os hevítéskor ez a hatás még számottevő.

Mivel a jól vezetett tüzelés gázokra, olajokra egyaránt 1,1 λ körül mozog, ezért a $\lambda = 0{,}9$-hez tartozó levegőhiánnyal, tehát 10% tüzelőanyagveszteséges tüzelés során az 1. táblázat adatai szerint a következő leégés érhető el :

Kokszkemencegáz

$$1000\ \text{C°-on}\quad a_2 = \frac{0{,}65 \cdot 0{,}55}{0{,}65 \cdot 1{,}6} \cdot 100 = 34{,}2\%$$

$$1300\ \text{C°-on}\quad a_2 = \frac{3{,}1 \cdot 0{,}85}{3{,}1 \cdot 1{,}2} \cdot 100 = 70{,}5\%$$

Kohógáz

$$1000\ \text{C°-on}\quad a_2 = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}8}{0{,}5 \cdot 1{,}3} \cdot 100 = 61{,}6\%$$

$$1300\ \text{C°-on}\quad a_2 = \frac{2{,}9 \cdot 0{,}95}{2{,}9 \cdot 1{,}1} \cdot 100 = 86{,}2\%$$

Ezek az eredmények nem kielégítők, a velük járó tüzelőanyagpocsékolás a fűtés érdemességét kétségessé teszi.

2. Hevítés védőgáz alatt. Elvi alapok. Különleges kemencék

Védőgáz használatával — indirekt melegítéssel — fényes vasfelületet kaphatunk. De direkt, különlegesen kialakított tüzeléssel is a gyakorlati igényeknek megfelelő, messzemenően reveszegény[1] felületet érhetünk el megfelelően beállított kemenceatmoszféra megteremtésével. A főprobléma olyan gázösszetétel kialakítása, amelyben Fe-oxidáció gyakorlatilag nem lép fel. Ezt, mint alább látni fogjuk, egészen kis ($\lambda = 0{,}5$ körüli) levegőfeleslegekkel érhetjük el. Az ezzel együttjáró kis, a melegítéshez nem elegendő égéshőmérsékleteket a szerkezetek különleges kialakításával, erőteljes levegőelőmelegítéssel ellensúlyozzuk. A még így is rossz, a szerkezeti megoldástól függő hőhatásfokot olyan áldozatnak kell tekinteni, ami a kovácsolás többi szakaszában a felületek reveszegénységével bőven megtérül.

A gázok hatását a vas felületére a következő reakcióegyenletek határozzák meg :

$$FeO \rightleftarrows Fe + \frac{1}{2} O_2 \qquad (1)$$

$$FeO + CO \rightleftarrows Fe + CO_2 \qquad (2)$$

$$Fe_3O_4 + 4CO \rightleftarrows 3Fe + 4CO_2 \qquad (3)$$

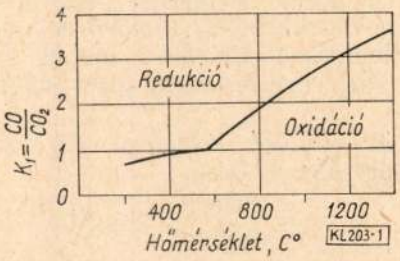
$$FeO + H_2 \rightleftarrows Fe + H_2O \qquad (4)$$

Ha balról jobbra folyik le a reakció, akkor vasoxid

* Készült a KGMTI Műszaki Főosztályán.

[1] Max 0,1 mm vastag.

redukálódik fémvassá, ha jobbról balra, akkor a fémvas oxidálódik. Hogy melyik irányban fut le a reakció, az a hőmérséklettől, a redukáló és oxidáló gázféleségek mennyiségi viszonyaitól függ.



1. ábra. CO, CO_2, Fe és FeO egyensúlya

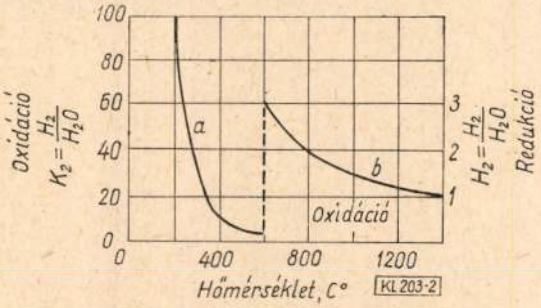
Az (1) egyenlet szerint — mivel a FeO disszociációs nyomása rendkívül kicsiny — már légköri hőmérsékleten is elegendő a gáz legkisebb O_2-tartalma, hogy a balra irányuló nyíl értelmében oxidálólag hasson.

A (2) és (3) egyenlet értelmében a

$$K_1 = \frac{CO}{CO_2}$$

viszony az *1. ábra* szerint 570 C°-on a 4 FeO = $= Fe_3O_4 + Fe$ átalakulási pontján megtörik. Ha K_1 kisebb, mint amit a görbe megad, a vas oxidálódik, ha nagyobb, akkor redukálódik.

A (4) egyenlet a $K_3 = \frac{H_2}{H_2O}$ változását adja *(2. ábra)*.



2. ábra. H_2, H_2O, Fe és FeO egyensúlya
a oxidáció, b redukció

A két ábra összehasonlításából az az alapvető következtetés vonható, hogy minél kisebb a hőmérséklet, az oxidáció csökkenése miatt, annál több CO_2-t, de annál kevesebb H_2O-t tartalmazhat a gáz, a vízgőz kisebb hőmérséklete erősebben oxidál.

A gyakorlati füstgázok mindig CO_2, H_2O, CO és H_2 keverékéből állanak. Ezek egymásra is hatnak a vízgázreakció alapján :

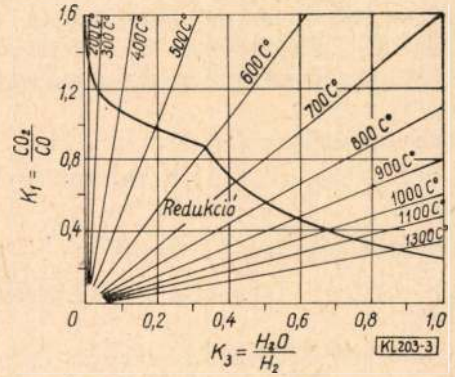
$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2,$$

amiből az egyensúlyi állandó :

$$K_v = \frac{H_2O \cdot CO}{H_2 \cdot CO_2}$$

Az 1. és 2. ábrából és a vízgázreakcióból levont következtetések alapján rajzolta meg *Heiligenstädt* a *3 ábrában* közölt összefoglaló grafikonját [3]. (272. old.).

Ez hőmérséklet és füstgázösszetétel szerint is elhatárolja az oxidáló, tehát reveképző és



3. ábra. A H_2O/H_2 és a CO_2/CO összefüggése a füstgázokban

redukáló, tehát a mi szempontunkból ártalmatlan atmoszférát.

Törekvésünk legyen az, hogy a füstgázösszetételt a redukáló mezőbe állítsuk be, legalább 800 C°-on felül, ahol a számottevő oxidáció gyakorlatilag kezdődik. Ezt a diagram alapján elérhetjük, ha a füstgáz összetételéből a

$$\frac{CO_2}{CO} + \frac{H_2O}{H_2} = < 1$$

megközelítő eredményt kapjuk [4].

Az ilyen feltétellel végzett hatásos melegítés kemenceszerkezeti megoldásaival külön fejezetben foglalkozunk. Előbb azonban tisztáznunk kell, hogy a különböző gázfajtákkal milyen hőtani eredmények érhetők el.

3. A parciális elégetéssel kialakított védőgáz s az ilyenben való hevítés elérhető hatásfokai különböző gázfajtákra

Három gázfajtát kell megvizsgálnunk :

a) kohógázt,
b) metánt (földgázt),
c) városi gázt.

A generátorgázt a revésedés szempontjából igen káros S-tartalma miatt figyelmen kívül hagyhatjuk.

A *kohógáz* közelítő összetétele a felhasználáskor :

$CO_2 = 9{,}4\%$, $CO = 28{,}2\%$, $H_2 = 3{,}8\%$,
$H_2O = 5{,}8\%$, $N_2 = 52{,}8\%$.

E nyers kohógázban

$$\frac{CO_2}{CO} = 0{,}33, \quad \frac{H_2O}{H_2} = 1{,}53\ldots$$

$$\ldots \frac{CO_2}{CO} + \frac{H_2O}{H_2} = 1{,}86 > 1$$

E gáz kiemelt értékpárjai tehát kívül esnek a 3. ábra redukáló mezőrészén. Védőgáznak tehát már eredeti összetételében sem felel meg. Parciális elégetéskor pedig a nevezőben szereplő CO és H_2 csökkenésének arányában nő a számláló, így az összetétel még erősebben az oxidáló övbe kerül.

Ezek alapján kimondhatjuk, hogy a kohógáz parciális elégetésével reveszegény hevítést elérni nem lehet.

A *földgáz* alapanyagát képező metán (CH_4) önmagában erősebben redukáló hatású, mint a CO, vagy H_2. Elégetésekor a következő alapegyenletek szerinti szélsőséges égésreakciókkal kell számolnunk :

Tökéletes égéskor ($\lambda=1$) :

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 191\,790 \text{ kcal (8560 kcal/Nm}^3\text{)} \quad (5)$$

Tökéletlen égéskor ($\lambda=0{,}25$)

$$CH_4 + \tfrac{1}{2}O_2 = CO + 2H_2 - 9770 \text{ kcal (435 kcal/Nm}^3\text{)} \quad (6)$$

Amikor $\lambda=0{,}25$,akkor a felszabaduló hő már oly csekély, hogy az égéstermékeket csupán 280 C°-ra melegítené fel, a 700 C°-os gyulási pont alá. Az égést hideg levegővel tehát fenn sem lehet tartani.

A levegőadagolás növelésével a parciális égést úgy foghatjuk fel, hogy a (6) egyenlet szerinti priméren keletkező CO és H_2 részlegesen tovább oxidálódik és így ezek az éghető gázok fokozatosan alakulnak át a tökéletes égés (5) egyenlet szerinti termékeivé.

Mivel nem tiszta oxigénnel, hanem levegővel égetünk, az (5) és (6) egyenletekben még a N_2-többletet is szerepeltetni kell. Ennek figyelembevételével a következő egyenleteket kapjuk :

λ = 1-re :

$$CH_4 + 2O_2 + 7{,}50N_2 = \overbrace{CO_2 + 2H_2O + 7{,}5N_2}^{10{,}5\ \text{Nm}^3}$$

$$1\text{Nm}^3 + 9{,}5\text{Nm}^3 \text{ levegő } 9{,}55\% + 19{,}1\% + 71{,}35\% \quad (7)$$

λ = 0,25-re :

$$CH_4 + \tfrac{1}{2}O_2 + 1{,}87N_2 = \overbrace{CO + 2H_2 + 1{,}87N_2}^{4{,}87\ \text{Nm}^3}$$

$$1\text{N}^3\text{m} + 2{,}37\text{Nm}^3 \text{ levegő } 20{,}5\% + 41\% + 38{,}5\% \quad (8)$$

A füstgázok összetétele $\lambda = 0{,}25$ és $\lambda = 1$ és az itt megadott szélső füstgázösszetételek között a λ növekedésével lineárisan változik, ha a gázok egymásrahatását (a víz-gáz reakciót) figyelmen kívül hagyjuk. Ezek szerint kaptuk a *4. ábrát*, mely további számításaink alapját képezi.

Az ábrában a CO_2 és H_2O egyenesei a vízgáz reakció következtében — miként az *Henrien* grafikonjaiból kiderül [4] — enyhén felfelé domborodók, a CO és H_2 egyenesei pedig enyhén homorúvá válnak. Így a $\frac{CO_2}{CO}$ és $\frac{H_2O}{H_2}$ viszonyszámai ugyanazon λ-ákon növekednek.

Ezáltal pl. λ=0,5-ön $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}26$ és $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}7$ lesz. Nem biztos azonban az, hogy az egyensúly a parciális égéskor a rövid időtartam alatt beáll, mégis kellő biztonsággal járunk el, ha kimondjuk, hogy

földgázzal, 0,5 λ-val végzett parciális elégetés útján reveszegény melegítést biztosíthatunk.

Kérdés azonban, hogy ilyen kis 0,5 λ levegőfelesleggel elérhetjük-e a melegítéshez szükséges égéshőmérsékletet s kapunk-e hasznos hőmennyiséget az 1250 C°-ra felvett kovácsolási hőmérsékleten.

0,5 levegőfeleslegen 1 Nm³ CH_4-ből keletkező füstgázmennyiség F a 4. ábra C-mérlege alapján (mivel 1 Nm³ CH_4-ben, CO-ban, illetve CO_2-ben 0,536 kg C van) kiszámítható, hogy 2765 kcal-át ad. Ebből levonásba kerül a CH_4 szétbontására 795 kcal/CH_4. 1 Nm³ CH_4 parc. elégetéséből hőmérsékletemelésre marad 1970 kcal. Ebből 1 Nm³ égéstermékre jut : 1970/5,9 = 333 kcal/Nm³.

Ebből a hideg levegővel végzett parciális elégetés égéshőmérséklete :

$$t_1 = \frac{333}{0{,}328} = 1020 \text{ C°}$$

Hideg levegővel tehát a szükséges 1250 C° kovácsolási hőmérsékletet λ=0,5-es parciális elégetéssel nem lehet elérni.

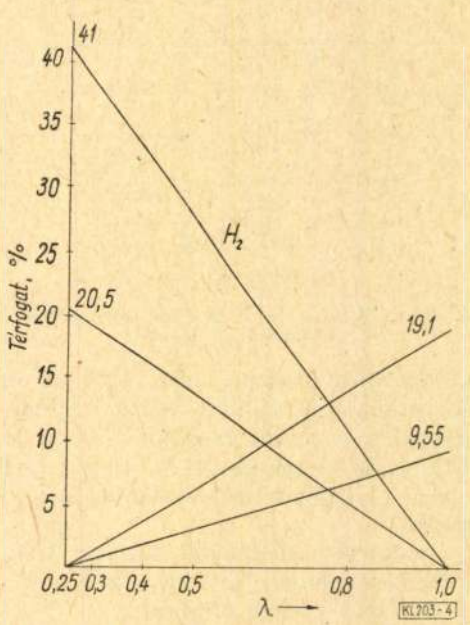
Vizsgáljuk most meg, milyen égéshőmérséklet érhető el a fémrekuperátorokkal biztosan megvalósítható 700 C° és regenerátorokkal biztosan megvalósítható 1000 C° levegőelőmelegítéssel.

700 C°-os levegőelőmeegítés :

1 Nm³ CH_4-hez 0,5 λ-val kell : 9,5/2=4,75 Nm³ levegő. Ennek hőtartalma 700 C°-on 700 · 0,326 · ·4,75 = 1090 kcal. Ebből 1 Nm³ égéstermékre esik : 1090/5,9 = 185 kcal.

Fentiek szerint 1 Nm³ égéstermékre esik a kötött hőből : 333 kcal.

Az égéshőmérsékletet meghatározó hőmennyiség : 518 kcal/Nm³. Az ennek megfelelő égéshőmérséklet : 518/0,340 = 1520 C°. 1250 C°-os kovácso-



4. ábra. A CH_4 elégetésekor keletkezett füstgáz összetétele változásai λ függvényében

ha $\lambda = 0{,}5$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}225$, $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}23$,

$\lambda = 0{,}6$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}38$, $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}41$,

$\lambda = 0{,}7$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}79$, $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}69$,

azaz $\lambda = 0{,}7$-en a

$$\frac{CO_2}{CO} + \frac{H_2O}{H_2} > 1$$

lási melegítéshez a füstgázoknak a melegítőtérből legalább 1350 C°-kal kell távozniok, ezen a füstgázok hőtartalma 460 kcal/Nm³, így az 1520 C°-ról 1350 C°-ra való lehűlés közben a leadott hasznos hő:

518—460 = 58 kcal/Nm³ füstgáz.

A keletkezett 5,9 Nm³ égéstermék/Nm³ CH_4 munkatérbe leadott hőmennyisége tehát:

$5{,}9 \cdot 58 = 342$ kcal/Nm³ CH_4

és mivel a CH_4 fűtőértéke 8560 kcal/Nm³, ebből

$$\frac{342}{8560} \cdot 100 = 4{,}5\%$$ jut a munkatérbe.

A hasznos hőmennyiség, tehát a betétre jutó hő ennek kb. 85%-a.

A hatásfok tehát, $\eta = 4{,}5 \cdot 0{,}85 = 3{,}8\%$, vagyis nagyon rossz!

Hangsúlyozzuk, hogy ez akkor áll fenn, ha 1250 C°-os munkatérhőmérséklet fenntartásával egyidejűleg a leadott hasznos hőnek megfelelő mennyiségű hideg anyagot rakunk a kemencébe, s ugyanakkor azonos mennyiségű, 1250 C°-os betétet húzunk ki. Kisebb munkatér-, tehát melegítési hőmérsékleten a hatásfok lényegesen jobb lesz.

1000 C°-os levegőelőmelegítés:

Azonos módon számolva az égéshőmérsékletet meghatározó hőmennyiség 600 kcal/Nm³.

Az ennek megfelelő égéshőmérséklet: 600/0,346 = 1730 C° 1250 C°-os kovácsolási melegítéshez a füstgázok hőtartalma mint láttuk 460 kcal/Nm³, így az 1730 C°-ról 1350 C°-ra való lehűlés közben a leadott hasznos hő:

600—460 = 140 kcal/Nm³ füstgáz.

A munkatérbe leadott hőmennyiség fűtőértékéből az előbbi szerint számolva a munkatérbe 9,7% jut.

Ha 85%-os a munkatérhatásfok, akkor a hasznos hőleadás, tehát a hatásfok: $\eta = 9{,}7 \cdot 0{,}85 = 8{,}25\%$. Még ez is igen rossz!

A különleges kemenceszerkezetek üzemének helyes felülbírálása érdekében még meg kell vizsgálnunk a fenti számítási mód alapján a hatásfokokat 700 C°-os és 1000 C°-os levegőelőmelegítésre 0,5 λ-val, amikor a munkateret

1000 C°-on, illetve 750 C°-on

kell tartani. De mivel 800 C° alatt gyakorlati viszonyok között elhanyagolható a reveképződés, meg kell állapítanunk a hatásfokot normális oxidáló atmoszférában is $\lambda = 1$-re, ez esetben 750 C° és 1250 C° munkahőmérsékletre.

Mivel a számítás menete a fentivel azonos, csak az eredményeket közöljük:

0,5 λ-ra:

700 C°-os levegőre

$\eta = 8{,}95\%$ 1000 C°-os munkahőmérsékleten

$\eta = 14{,}0\%$ 750 C°-os munkahőmérsékleten

1000 C°-on levegőre

$\eta = 13{,}9\%$ 1000 C°-os munkahőmérsékleten

$\eta = 18{,}9\%$ 750 C°-os munkahőmérsékleten

1,0 λ-ra, hideg levegővel való elégetéskor a (7) egyenletből 1 Nm³ CH_4-hez kell 9,5 Nm³ levegő, és ad 10,5 Nm³ égésterméket, az égéshőmérsékletet meghatározó fajlagos hőmennyiség, mivel 1 Nm³ CH_4 fűtőértéke 8560 kcal,

$$\frac{8560}{10{,}5} = 813 \text{ kcal/Nm}^3,$$

ami 2020 C° égéshőmérsékletet ad.

750 C°-os munkahőmérsékleten a távozó füstgázok legalább 850 C°-osak legyenek, így 278 kcal/Nm³ hőmennyiséget visznek magukkal. A munkatérben leadott hasznos hő tehát:

813—278 = 535 kcal/Nm³ égéstermék.

1 Nm³ CH_4-re jutó 10,5 Nm³ füstgáz lead:

$535 \cdot 10{,}5 = 5600$ kcal/Nm³ CH_4.

A munkatérben leadott %-os hőmennyiség pedig ez esetben:

$$\frac{5600}{8560} \cdot 100 = 65{,}6\%.$$

85%-os munkatér hatásfokon a hasznos hőleadás, tehát a kemence hőhatásfoka:

$0{,}85\% \cdot 65{,}6 = 55{,}2\%$!!

A tökéletes elégésből és a kis (750 C°-os) munkatérhőmérsékletből adódott ilyen kiváló hatásfoknövekedés a jó szerkezeti megoldás alapja. A gyakorlat ezt használja ki, hogy miként, azt a szerkezetek tárgyalása közben esetenként fogjuk megvizsgálni.

1,0 λ-ra 1250 C°-os munkahőmérsékleten hideg levegővel pedig 31,8% hatásfokot kapunk.

A városi gáz reveszegény hevítésre való alkalmasságának vizsgálatára *Brunklaus* alapján [5] a következő gázösszetételt vesszük fel %-ban:

CO	= 21,5
H_2	= 51,5
CH_4	= 17,0
C_2H_4	= 2,0
CO_2	= 4,0
N_2	= 4,0
	100,0

$H_{fűtő} = 3713$ kcal/Nm³

C-tart.:

$$\frac{0{,}536\,(21{,}5 + 17{,}0 + 2 \cdot 2 + 4)}{100} = 0{,}25 \text{ kg/Nm}^3$$

A két égési végletből származó füstgázösszetételek alapján a $\lambda = 1$-hez tartozó tökéletes égéskor kiszámolva azt kapjuk, hogy

100 Nm³ városi gázból lesz

$46{,}5\ CO_2 + 89{,}5\ H_2O + 291{,}1\ N_2 = 426{,}1$ Nm³,

ez %-osan:

$10{,}9\% + 20{,}9\% + 68{,}2\%$

A levegőszükséglet pedig a bevitt N_2 részösszegekből számítva:

364 Nm³ levegő/100 Nm³ városi gáz.

A termikus bontáshoz (CH_4, C_2H_4) szükséges minimális levegőmennyiség bevitele alapján az eredeti gázösszetétel a következőképpen változik

s ennek alapján számolva 100 Nm³ városi gázból lesz

$$45{,}5\ CO + 89{,}5\ H_2 + 43{,}3\ N_2 + 4{,}0\ CO_2 = 179{,}3\ Nm^3$$

ez %-osan:

$$23{,}7\% + 50{,}0\% + 24{,}1\% + 2{,}2\%$$

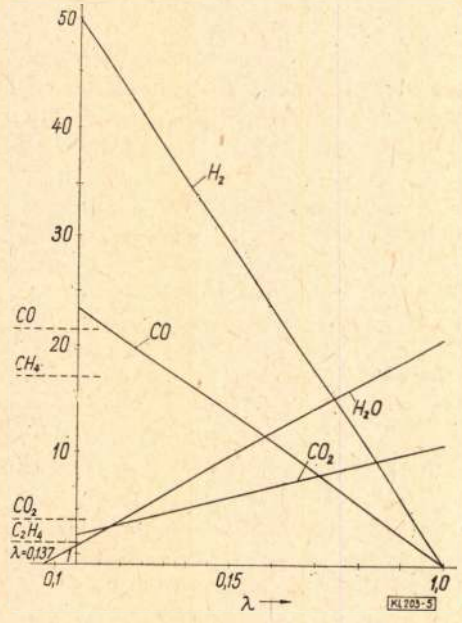
A levegőszükséglet pedig a bevitt N_2 részösszegekből számítva:

49,6 Nm³ levegő/100 Nm³ városi gáz.

Ebből a bontáshoz szükséges min. levegőfelesleg:

$$\lambda_{min} = \frac{49{,}6}{364} = 0{,}137$$

A CH_4 és C_2H_4 bomlásából kizárólag éghető gázok keletkeznek a λ_{min} elméletileg feltételezett hatására. A levegőadagolás növelésével úgy foghatjuk fel az égést, hogy a gázban már eredetileg benne volt, s a CH_4-ből, valamint a C_2H_4-ből keletkező azonos éghető gázok (CO, H_2) együttes mennyiségük arányában lineárisan fogynak s lineárisan alakulnak át a tökéletes égés ($\lambda = 1$) termékeivé. Ezzel a gázösszetétel változásra a fenti számadatokból λ függvényében az *5. ábrát* kapjuk. A gázok egymásrahatását, a víz-gázreakciót itt sem vettük figyelembe. Az ábra mellé írt $CO_2/CO + H_2O/H_2$-ből azonban kellő biztonsággal itt is kimondhatjuk, hogy városi gázzal,



5. ábra. A városi gáz elégetésekor keletkezett füstgáz összetétel változásai λ függvényében

ha $\lambda = 0{,}4$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}31$, $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}18$

$\lambda = 0{,}5$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}44$, $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}31$

$\lambda = 0{,}6$, $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}63$ $\frac{H_2O}{H_2} = 0{,}48$

azaz $\lambda = 0{,}6$-on a

$$\frac{CO_2}{CO} + \frac{H_2O}{H_2} > 1$$

— — — — eredeti gázösszetétel, ——— a CH_4 és C_2H_4 bomlása következtében megváltozott gázösszetétel

0,5 λ levegőtényezővel parciális elégetés útján reveszegény melegítést biztosíthatunk. A városi gáz összetételében szokásos eltolódások ezt az eredményt lényegesen nem változtathatják meg.

Itt is kérdés azonban, hogy $\lambda = 0{,}5$, tehát kis levegőfelesleggel elérhetjük-e a melegítéshez szükséges égéshőmérsékletet, s hogy meleget hasznosíthatunk-e a felvett kovácsolási hőmérsékleten 1250 C°-on.

0,5 λ-val 1 Nm³ városi gázból keletkező füstgázmennyiség az 5. ábra C-mérlege alapján (mivel 1 Nm³ városi gázban 0,25 kg C van) azonos módon kiszámolható, mint a földgázra. Ugyanígy kiszámolható az egyidejűleg felszabaduló hőmennyiség is.

A parciális égéssel fejlődik tehát 1 Nm³ gázból 1117 kcal, de levonandó 0,17 Nm³ CH_4 + 0,02 Nm³ C_2H_4 bontására $0{,}19 \cdot 800 = -152$ kcal.

1 Nm³ városi gáz parciális elégetéséből hőmérsékletemelésre marad 965 kcal.

Ebből 1 Nm³ égéstermékre jut: $965/2{,}4 = 405$ kcal/Nm³. Ebből a hideg levegővel parciális elégetéssel az égéshőmérséklet:

$$t_1 = \frac{405}{0{,}336} = 1200\ C^\circ$$

Hideg levegővel tehát a szükséges 1250 C° kovácsolási hőmérsékletet ugyan nem lehet elérni, de lényegesen jobb hőmérsékleti viszonyokat kapunk, mint földgázzal.

Vizsgáljuk most meg, milyen égéshőmérséklet érhető el a fémrekuperátorokkal biztosan megvalósítható 700 C° és a regenerátorokkal 1000 C° levegőelőmelegítéssel, továbbá mindkét esetben egyelőre 1250 C°-os kovácsolási hőmérsékletet feltételezve a hatásfokot is állapítsuk meg.

700 C°-os levegőelőmelegítés:

1 Nm³ városi gázhoz 0,5 λ-val számolva az égéshőmérsékletet meghatározó hőmennyiség: 584 kcal/Nm³.

Az ennek megfelelő égéshőmérséklet:
$584/0{,}346 = 1690$ C°.

A földgázra számolthoz hasonlóan az 1960-ról 1350 C°-ra való lehűlés közben a leadott hasznos hő:
$584 - 460 = 124$ kcal/Nm³.

A keletkezett 2,4 Nm³ égéstermék/Nm³ városi gáz munkatérben leadott hőmennyisége tehát
$2{,}4 \cdot 124 = 296$ kcal/Nm³ városi gáz és ennek fűtőértékére vonatkoztatva:

$$\frac{296}{3713} \cdot 100 = 8{,}0\%$$

a munkatérben leadott hőmennyiség. 85% munkatérhatásfokon a hasznos hő
$\eta = 0{,}85 \cdot 8 = 6{,}8\%$, tehát lényegesen nagyobb, mint amit földgázra állapítottunk meg.

1000 C°-os levegőmelegítés:

Azonos módon számolva az égéshőmérsékletet meghatározó hőmennyiség: 663 kcal/Nm³. Az ennek megfelelő égéshőmérséklet: $663/0{,}350 = 1910$ C°. 1250 C°-os kovácsolási melegítéshez

a füstgázok hőtartalma mint láttuk 460 kcal/Nm³, így az 1910 C°-ról 1350 C°-ra való lehűlés közben a leadott hasznos hő:

$$663 - 460 = 203 \text{ kcal/Nm}^3.$$

A keletkezett 2,4 Nm³ égéstermék/Nm³ városi gáz munkatérben leadott hőmennyisége tehát: 13,2%. 85% munkatér hatásfokon a hasznos hő $\eta = 0{,}85 \cdot 13{,}2 = 11{,}2\%$, lényegesen nagyobb, mint a földgázra.

A kisebb munkahőmérsékleteken 0,5 λ levegőtényezővel elérhető hatásfok-változásokra a földgázra vonatkozó számítások elegendő képet adnak. Elég, ha az itt kapott hatásfok-eredményeket egybevetjük az előbbiekkel.

A $\lambda = 1$ levegőfelesleggel várható hatásfok nagyságára (hideg levegő) a CH_4-re végzett számítások a továbbiakhoz szintén elegendő támpontot adnak.

A számítások eredményeit a könnyebb felhasználhatóság érdekében az alábbiakban foglaljuk össze:

Munkahőmérséklet: 1250 C°, = λ 0,5

	Égéshőmérsékletek C°: földgázra	városi gázra
0 C°-os levegővel	1020	1200
700 C°-os levegővel	1520	1690
1000 C°-os levegővel	1730	1910
	Hatásfok %:	
0 C°-os levegővel	0	0
700 C°-os levegővel	3,8	6,8
1000 C°-os levegővel	8,25	11,2

Munkahőmérséklet: 1000 C°, $\lambda = 0{,}5$

	Égéshőmérsékletek az előbbiek. Hatásfok %:	
0 C°-os levegővel	0	0
700 C°-os levegővel	8,95	nincs számítva
1000 C°-os levegővel	13,90	nincs számítva

Munkahőmérséklet: 750 C°, $\lambda = 0{,}5$

	Égéshőmérsékletek az előbbiek Hatásfok %:	
0 C°-os levegővel	nincs számítva	nincs számítva
700 C°-os levegővel	14,0	nincs számítva
1000 C°-os levegővel	18,9	nincs számítva

Munkahőmérséklet: 1250 C°, $\lambda = 1$.

Égéshőmérséklet hideg levegővel 2020 C°		nincs számítva
Hatásfok %:	31.8 !!	nincs számítva

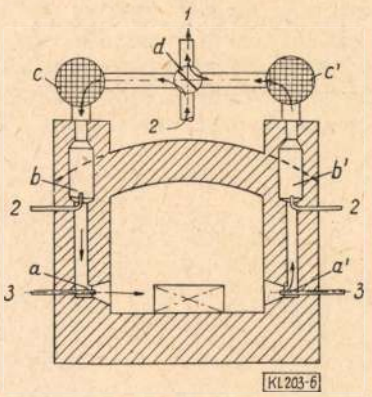
Munkahőmérséklet: 750 C°, $\lambda = 1$.

Égéshőmérséklet hideg levegővel 2020 C°		nincs számítva
Hatásfok %:	55,2!!	nincs számítva.

4. A parciális gázelégetéses reveszegény hevítés kemenceszerkezetei

E szerkezetek csak az utóbbi években fejlődtek ki [6]—[9].

A *6. ábra* egy regeneratív levegőelőmelegítéssel dolgozó kemencét ábrázol. A munkatérbe épített égőn át az 1000 C°-ra előmelegített levegővel parciálisan 0,5 λ-val égetik el a városi gázt. Az elégetlen gázokat a füstcsatornában kiképzett *b* égetőtérben hideg pótlevegő beadással tökéletesen elégetve vezetik a regenerátorkamrába, ahonnan a füstgázok 300 C° körül (?) távoznak a váltószelepen át a kéménybe. Az átváltás 1—2 percenként automatikus. A kemence működése tehát a Siemens—Martin-kemencéhez hasonlít. Ugyanezt a rendszert forgófenekű körkemencéhez is használják. A kemence jó működésének alapfeltétele az automatikus váltás és térnyomás szabályozás, a levegőfelesleg pontos beállítását biztosító műszerezés.



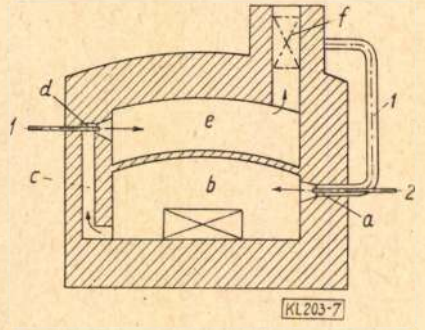
6. ábra. Közvetlen tüzelésű, parciális elégetéssel dolgozó kemence (angol) [7]
1 füstgáz, *2* levegő, *3* gáz

A hatásfokról az irodalom hallgat, de az előző számításainkból tudjuk, hogy 1250 C°-os munkatérhőmérsékleten a kamráskemencék hatásfoka 1000 C°-os levegőelőmelegítéssel is csak 11,2% körüli, tehát igen rossz lehet. Számítási adatainkból azonban az következik, hogy e kamrakemencék ügyes csoportosításával az összhatásfokot mégis emelni lehet. Így pl. 1 db 750 C°-ra előmelegítő kemencére 1 db megfelelően méretezett 1250 C°-os készremelegítő kemencét kapcsolva, az előmelegítő kemencében $\lambda = 1$-gyel is revementesen hideg levegővel és 55% körüli hatásfokkal a munkadarabokat 750 C°-ra lehet melegíteni. Ezzel a hőszükséglet 3/5 részét fedezzük, utána a darabokat a készremelegítő kemencébe kell átrakni, amivel az összhatásfok 21,2%-ra emelhető.

Ehelyett úgy is eljárhatunk, hogy ugyanabban a kemencében az egyszerre berakott hideg anyagot $\lambda = 1$-gyel kb. 800 C°-ig gyakorlatilag revementesen előmelegítjük s akkor térünk át a $\lambda = 0{,}5$-tel végzett tüzelésre. Termikusan ez szintén előnyös eljárás, de a kovácsolás folytatólagos menetét megzavarja, mert nem egyenletes időközökben egyenként, hanem egyszerre ad ki több meleg darabot, ami a feldolgozásban okoz torlódásokat.

A forgófenekű gyűrűs körkemencében már a feldolgozáshoz igazodva valósítható meg a $\lambda = 0{,}5$ és $\lambda = 1$-gyel való melegítés egyesítése. A 800 C° alatti övekben a nagyobb hőmérsékletű övből idekerülő elégetlen gázok elégetésével is számolva $\lambda = 1$ levegőfelesleggel kell dolgozni, hogy a regenerátorba elégetlen gázok már ne jussanak,

ugyanakkor a *b* elégető részbe, az előmelegítő övbe levegőt már nem juttatunk. Így a fentebb említett két kemence szerepét egyesítettük. Azonban a gyűrűs kemenceszerkezetben bonyolult feladat a regenerátorok elhelyezése.



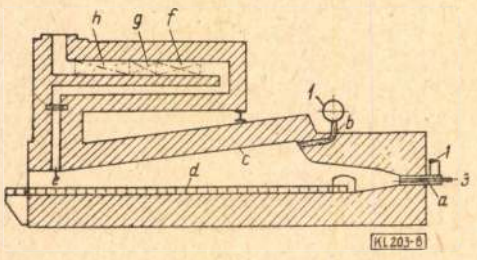
7. ábra. Közvetlen tüzelésű, közvetett melegítéssel is dolgozó kemence (amerikai) [7]
1 levegő, *2* gáz

A *7. ábra* egy rekuperatív levegőelőmelegítéses amerikai szerkezetet mutat. A gázt a munkatérben 650 C°-ra előmelegített $\lambda = 0{,}5$ levegővel parciálisan égetik el. Ezzel itt az előző számításaink szerint 1250 C°-os munkahőmérsékleten 6,8% hasznos hőt tudnak termelni. Azonban az elégetlen gázokat a munkatér szilíciumkarbid-boltozata fölé kiképzett tűztérben hideg pótlevegővel tökéletesen elégetik, miáltal itt a tér hőmérséklete tetemesen megemelkedik s a jó hővezető SiC boltozaton keresztül sugárzó melegtöbblet jut a kemencébe. Így a 6,8% hatásfok szükségszerűen megjavul, de hogy milyen mértékben, arra gyakorlati adataink nincsenek. Mindenesetre nagyon kényes szerepe van itt a törékeny SiC-nak.

Ugyanennek a kemencének egy változatát az 1960. évi kovácskonferencián *Henrien* [4] francia mérnök mutatta be. Ebben az olajtüzelés részére a felső tüzelőtérbe helyeztek egy SiC elégetőcsövet, ahol a koromkiválás megakadályozására égetik el parciálisan az olajat, az égéstermékeket pedig az alsó tűztérbe vezetik.

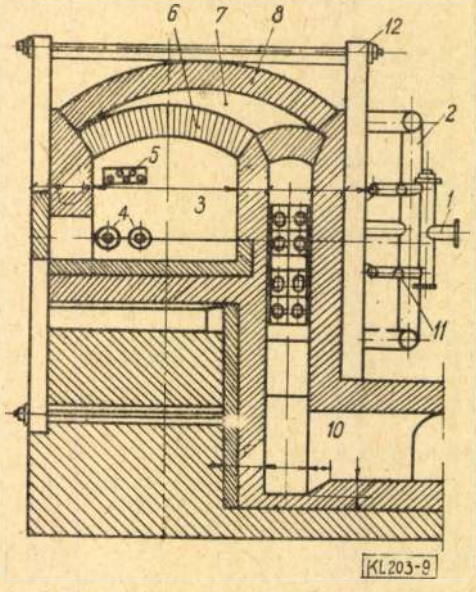
A földgázt parciálisan az alsó munkatérben égetik el. *Henrien* szerint ezt a kemencetípust földgáztüzelésű forgófenekű kemencék kialakítására is használják.

Ez az első kísérlet arra, hogy $0{,}5\lambda$-val a nagy hőveszteség egy részét közvetett hőátadással juttassuk vissza a kemencébe. A hatásfok emelésére itt is érvényes a 6. ábrával kapcsolatban mondott kombinációs lehetőség.



8. ábra. Közvetlen tüzelésű, erős hőátadású tolókemence (német) [7]
1 levegő, *2* gáz

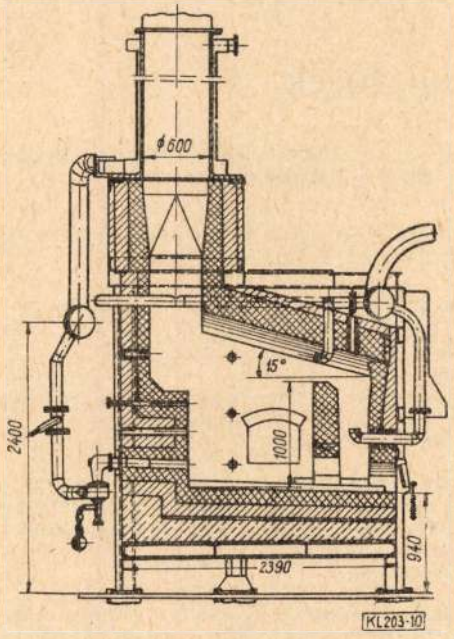
A *8. ábra* már egy hőtechnikailag jól kifejlesztett tolókemenceszerkezetet ábrázol. A rekuperátor *g* részében előmelegített kokszkemencegázt az *f* részben 650 C°-ra előmelegített primér levegővel $\lambda = 0{,}48$ levegőfelesleggel parciálisan égetik el. Az így kapott tökéletlen égéstermékeket a rekuperátor *h* részében 300 C°-ra előmelegített szekundér levegővel, amit a *b* helyen fúvatnak be, tökéletesen elégetik. Ezek a tökéletes elégetésből származó nagy hőmérsékletű égéstermékek a visszafelé sugárzó boltozat segítségével az anyagot kevés reveképződéssel kb. 800 C°-ig melegítik fel a *d* pontig. Ez a kevés reve is a redukáló térbe jutva visszaredukálódik. A kemence 320 kg/cm²·h teljesítménnyel 33% összhatásfokkal dolgozik. Itt tehát az oxidáló övben 800 C° alatt nagy hatásfokú előmelegítéssel van egybekapcsolva a 800—1250 C°-ig terjedő kis hatásfokú készreizzítás. Tüzelés- és hőtechnikailag tehát itt a gyakorlatilag revementes hevítés problémája nagy teljesítménnyel együtt érvényesült. Ez természetesen a legteljesebb műszerezéssel, a tüzelés és térnyomás automatikus szabályozásával működhet csak tökéletesen.



9. ábra. Reveszegény izzító kemence (Dr. Bíró közlése)
1 gázvezeték, *2* levegővezeték, *3* munkatér, *4* védőgázégők, *5* fűtőgázégők, *6* áteresztő boltozat, *7* füstgáztér, *8* főboltozat, *9* levegőrekuperátor, *10* füstcsatorna, *11* szelepek, *12* vasszerkezet

A *9. ábra* a Diószeghy—Bíró-féle kamráskemencére még ennél is tökéletesebb szerkezetre példa. Itt tulajdonképpen az előbb vázolt tolókemence primér ($\lambda = 0{,}5$) és szekundér ($\lambda = 1$) elégetése egymás fölé került, azzal javítva, hogy a boltozat sugárzását áteresztőfal kiképzésével növelték. A nagy sebességgel körben forgó gázok a konvektív hőátadást is növelik. A felső elégető térbe nemcsak pótgázt, de annyi levegőt is beadnak, hogy a távozó égéstermékek már éghető gázokat ne tartalmazzanak. A redukáló alsó térben a szekundér elégetésből adódó égéstermékek nem lehetnek hatással. Az egyetlen ilyen kivitelezett kemence (kb. 1,5 m², Magyar Acélárugyár, Bp.) 450 C°-os levegőelőmelegítéssel, 200 kg/m²·h teljesítménnyel dolgozik, hatásfoka reveszegény

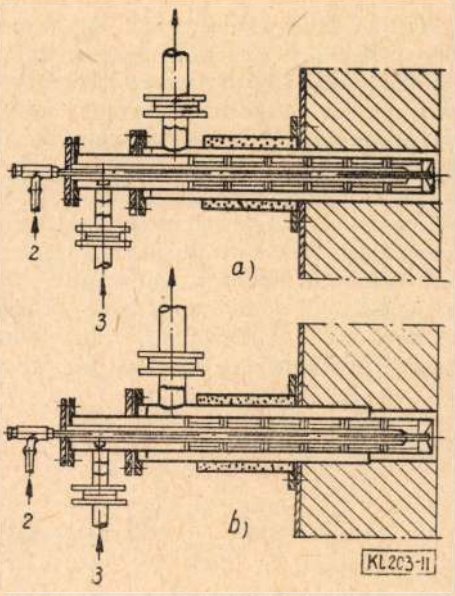
melegítéskor 28%. Ez az előző számításainkkal összhangban áll. A fajlagos teljesítmény (200 kg/m²·h) azonban az előbb vázolt tolókemencével szembeállítva gyenge, amire még magyarázatot kell találni. Ez a kemence dolgozhat szakaszosan, egyszerre berakott hideg betéttel, alul-felül oxidáló atmoszférával, tehát a hagyományos eljárással, az előbbiekben említett vegyes eljárással, tehát kb. 800 C°-ig való előmelegítésig oxidáló atmoszférával, ezenfelül az alsó térnek 0,5 levegőfeleslegre való átállítása útján reveszegény melegítéssel és végül végig reveszegény hevítéssel, folytatólagos anyagbeadással és kiszedéssel. Kár, hogy ezt az elvet eddig nem sikerült toló- vagy gyűrűs forgókemencére átvinni.



10. ábra. Szovjet földgáz tüzelésű kemence [9]

A *10. ábra* ugyanezen irányban egy szovjet földgáztüzelésű kemencetípust mutat. Itt az áteresztő sugárzó boltozatot a német tolókemencéhez hasonlóan egy sima sugárzó boltozat pótolja. A sugárzó boltozat alól visszaörvénylő gázok azonban az alsó redukáló gázok összetételét oxidálóra változtathatják, ha a huzat- és áramlásviszonyok nincsenek helyesen beállítva. E tekintetben a konstrukció igen kényes. Ez a veszély a Diószeghy—Bíró-kemencére nem áll fenn.

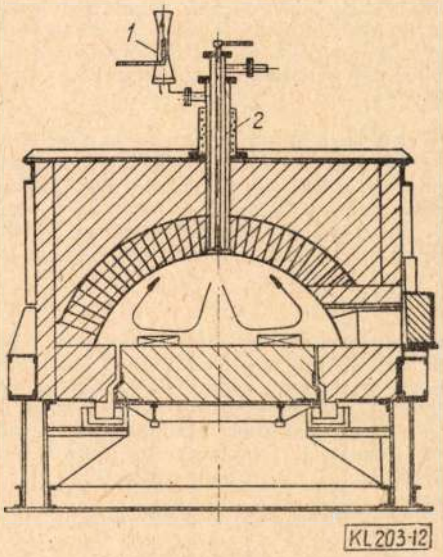
A 11. és 12. ábra az Indugas vállalatban 1962-ben kifejlesztett két kemencét : egy kamrás és egy forgógyűrűs kemencét ábrázol. A szükséges levegőelőmelegítést egy rekuperátor-égővel, a rekuperátor és égő kombinációjával érik el *(11. ábra)*. Az égő három koncentrikusan beépített csőből áll : belül a gázbevezető csőből, az ezt körülvevő levegőbevezető csőből s a külső füstgázkivezető csőből, amelyen át a kemencetérből a füstgázt egy injektor szívja el. A levegő az ellenáramban 1200 C°-os munkatérhőmérsékleten 600—700 C°-ra melegszik elő. A levegő-vezetőcső tűzálló acélból készül, mely 1100 C°-ig hőálló. Áramkimaradáskor az injektor is leáll, így elégési veszély nincs. Revementes hevítéskor az éghető



11. ábra. Rekuperátor égők (Indugas)
a füstgázok utóégetése nélkül, *b* füstgázok utóégetésével, *1* füstgáz az injektorhoz, *2* gáz, *3* levegő

füstgázok a *b* ábrában vázolt furatokon át pótlevegőt kapnak, elégnek, a rekuperátor egész hosszában 900 C°-ra, maga a levegő is kb. 900 C°-ra melegszik. A munkatérben levő égéstermékek nagy sebessége is segíti a jó hőátadást.

E kemencéket a levegőmennyiség beállításától függően izzító, vagy reveszegény melegítő kemenceként lehet működtetni. Hatásfokuk szokványos üzemben 50% körül van, reveszegény üzemben 20—25% körül mozog. Hideg betétre a kamráskemencéket célszerűen 800 C°-ig szokványos üzemmel, a nagyobb hőmérsékletekre a levegő lefojtásával reveszegény üzemmel járatják. Az injektort automatikus szabályozzással kell ellátni, hogy a térnyomást ennek megfelelően tartsa. Mindkét kemencetípus 1962-ben már fél éve főleg mint utómelegítő reveszegény kemence 900—1200 C° közti hőmérsékletre üzemben volt.



12. ábra. Forgófenekű kemence reveszegény melegítésre, illetve kovácsolandó darabok utánmelegítésére
1 injektor, *2* rekuperátorégő

A forgógyűrűs kemencének ez a megoldása az eddig fennállott bonyolultságuk miatt nem kielégítő megoldásokkal szemben elfogadható szerkezetet igér. Az égőberendezés igen kényes, bár műszakilag nagyon érdekes, a sugárzócsövekéhez hasonló megoldás. A kamráskemence megoldása a Diószeghy—Bíró-félével szemben a kedvezőtlenebb hőátadási viszonyok miatt hátrányos.

Az elmondottak alapján hazai viszonylatunkban kamráskemenceként a Diószeghy—Bíró-féle, tolókemenceként a német megoldás, gyűrűs forgókemenceként a *12. ábra* szerinti Indugas konstrukció hozható javaslatba a reveszegény kovácsolási melegítés megvalósítására.

IRODALOM

[1] Eisenhütte 1961. 146. o.
[2] Anhaltszahlen 1957. 175. o. és 1947. 109. o.
[3] *Heiligenstädt:* Wärmetechnische Rechnungen für Industrie Ofenbau 1951. 3. kiadás, 267. o.
[4] *Henrien, R.:* Az 1960. évi kovácskonferencián tartott előadás. (kézirat az OMBKE könyvtárban).
[5] *Brunklaus, H.:* Industrie Ofenbau 1962. 70.0. Vulkan Verlag Essen.
[6] *Schmidt, Th.:* Gas-Wärme 1960. 7—14. o.
[7] *Brunklaus, H.:* Industrie Ofenbau, második kiadás 1962. 334. o.
[8] *Schmidt, Th.:* Schmiedetechnische Mitteilungen 3/1963. 299. o.
[9] *Kucnyecsno:* Stanpovicsnoje, poizrod Sztvo (kovácsolás és sajtolás) 1962. 8. 43. o.

Műszaki és gazdasági hírek

A *titánpigment* és TiO_2-gyártás erőteljes fejlődést ért el. Ebben a gyártásban az **USA**-beli National Lead Co, Németországban az I. G. Farbenindustrie-val Leverkusenben a Titangesellschaft AG-t alapította, majd az egész vállalatot átvette. A gyár kapacitása 85 000 t TiO_2 évenként. A konszernhez tartoznak még a belgiumi Langerbrügge-i és a norvégiai Fredrikstad-i gyárak 15 000 t/év kapacitással.

A másik nagy USA konszern Pont de Nemours ugyancsak az NSZK-ban eresztett gyökeret a Sachtleben A. G. cégben Hombergben (Alsó-Rajnavidék). A kapacitása 18 000 t TiO_2/év. A harmadik USA-konszern a Los Angeles-i Cyprus Mines Corp Hollandiában talált otthonra s 12 000 t-ás TiO_2 kapacitásra rendezkedett be.

Az **angol** British Titan Products Co LtD londoni cégnek öt gyára van. Ebből kettő Angliában, egy Ausztráliában, egy Dél-Afrikában s egy Kanadában. Ezek évi összes kapacitása 15 000 t. Egy gyár jelenleg tervezés alatt áll finnországi telephellyel.
Metall 1964. 7. sz.

*

Amerikai-belga cég Aluminium Europe SA néven Ghlin-ben **Belgiumban** egy *alumínium-félgyártmány* gyárat létesített, mely évi 3000—4000 t nyílászáró idomot fog gyártani.
Metall 1964. 7. sz.

*

A **SZU** Lengyelországnak segítséget nyújt a *rézbányászat* és *rézfeldolgozás* felfejlesztésében. A rézdúsító berendezés Polkowicén és a Glogowi bánya a SZU-tól kap berendezést és műszaki segítséget.
Metall 1964. 7. sz.

*

Az **NSZK**-ban szabad villamos vezetéket szereltek teljesen *alumíniumból* készült *oszlopra*. Az oszlop kis súlya lehetővé tette, hogy teljesen összeszerelt oszlopokat szállítottak a helyszínre s ott daru segítségével állították fel őket. Az oszlopok közül az egyik 25,3 m magas és 25,5 t súlyú, a másik 20 m magas és 19 t súlyú.
Alumínium 1964. 7. sz.

*

Japán *alumínium* termelése a második világháború után gyártási tilalom miatt szünetelt. 1959-ben kapott a gyártásra engedélyt, ekkor a termelése 100 000 t volt, 1962-re már 170 000 t-ra emelkedett. A termeléshez a japán cégek Indiából, Indonéziából és Ausztráliából hajón hozzák a bauxitot. Az 1963-ban fennálló termelési kapacitás t-ban a következő :

Nippon Light Metals Ltd (Kambara, Niigata)	101 000
Showa Electric Ind. Ltd (Kitikata, Oomachi)	55 000
Sumitomo Chem. Co Ltd (Kikumoto, Nagoya)	52 800

Egy új vállalat is épül a Mitsubischi Chemical Co Ltd 30 000 t évi kapacitásra.

Mind a négy gyár kapacitását tovább bővíti s az 1965-ben már a következő lesz :

Nippon Light Metals Ltd	128 000
Showa Elektric Ind. Ltd	101 000
Sumitomo Chemical Ind.	77 500
Mitsubishi Chemical Ind.	60 000

Ezzel japán eléri a francia és a norvég államok termelését.
Alumínium 1964. 7. sz.

*

Lengyelországban a Bielitz-i *színesfém nyomásos* öntöde, mely jelenleg réz, cink és alumínium nyomásosöntvényből 3500 t-t gyárt, 1970-ig kapacitását 100%-kal 7000 t/évre növeli.
Alumínium 1964. 7. sz.

*

Svédországban a Svenska Aluminiumkompaniet Sundvall-i üzeme megindult és az évi 17 500 t-ás kapacitása az új beruházással 34 500 t-ra emelkedett.
Alumínium 1964. 7. sz.

*

Oxigénes acélgyártás 1961. és 1963. években 1000 t-ban és az összes acéltermelés %-ában

	1961		1963	
	10^3 t	%	10^3 t	%
Anglia	179	0,8	1609	7,0
Ausztria	1819	58,6	1849	62,7
Belgium	—	—	136	1,8
Franciaország	425	2,4	1343	7,6
Hollandia	748	38,0	1438	6,3
Luxemburg	—	—	120	3,0
NSZK	1201	3,6	2453	7,8
Norvégia	5	1,0	210	38,7
Portugália	—	—	183	82,3
Spanyolország	—	—	103	4,3
Svédország	204	5,7	541	13,9
USA	3599	4,0	7751	7,8

Dániában, Görögországban, Írországban, Olaszországban, Svájcban még 1963-ban nincs oxigénes ráfúvásos acélgyártás.
St. U. E. 1964. 17. sz.

*

Franciaországban az Etablissiment I. I. Carnaud et Forges de Basse Indre cég Párizsban egy második *elektrolitikus ónozót* állít fel, melynek kapacitása évi 100 000 t ónozott lemez lesz. Az üzembe helyezést 1967. évre tervezik.
St. u. E. 1964. 17. sz.

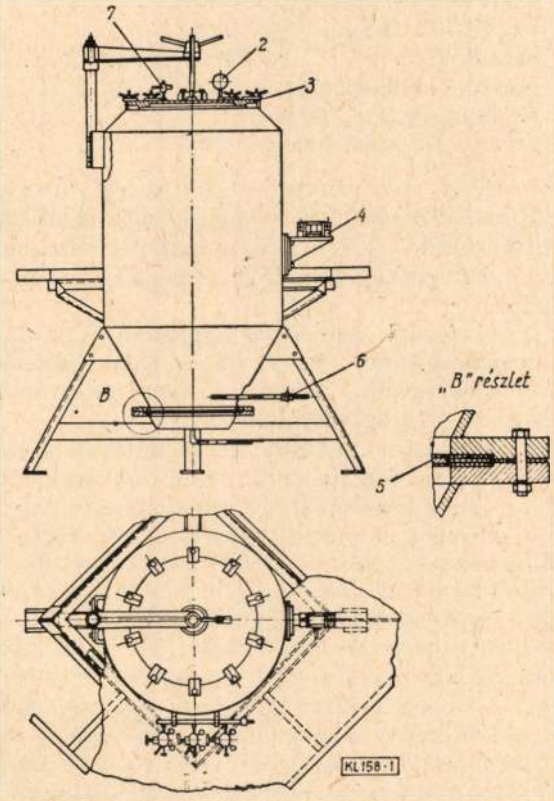
A savanyú salakos nyersvasgyártás hazai tapasztalatai

VERBÓ ISTVÁN okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK 669.018.54/.55

A salakmennyiség — melyet adott elegyviszonyok között a salak bázikussága növel vagy csökkent — döntő tényező a fajlagos kokszfogyasztás, közvetve a nyersvas önköltségének alakulására. Mint ismeretes 1 t salak megömlesztésére kb. 300 kg kokszra van szükség, tehát célszerű a salakmennyiség, illetőleg a salak bázikusságának csökkentése. A savanyú salakos kohósítás megvalósításának alapvető feltétele a kohón kívüli kéntelenítés megoldása. Kohóműveink komoly erőfeszítéseket tettek és tesznek a kéntelenítés megoldására.

Az OKÜ-ben és a DV-ben a kohónkívüli kéntelenítési kísérleteket egyaránt 1957-ben kezdték meg. Mindkét műben fluidizációs befúvásos kéntelenítési módszerrel kísérleteztek *(1. ábra)*.

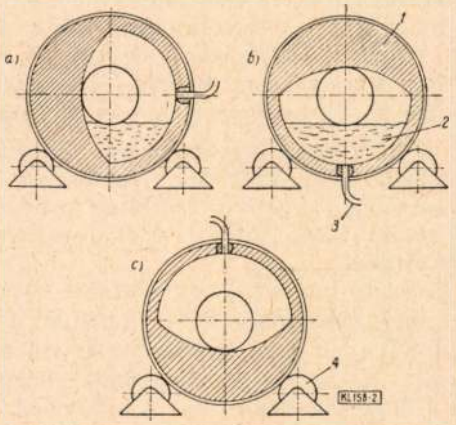


1. ábra. Fluidizációs befúvásos kéntelenítő berendezés elvi rajza

1 a reduktorok, *2* a manométer, *3* mészpor betöltés, *4* a vibrátor, *5* a fluidizációs lap, *6* mészpor kifúvás, *7* biztosító szelep, *8* hordozógáz befúvás

Mindkét műben kéntelenítő anyagként mészport használtak. A mészpor szállítására nagynyomású nitrogén és levegő szolgált. A kísérletek elején komoly nehézségeket okozott az égetett mészpor őrlése és tárolása, a mészpor szállítása a vezetékben, továbbá a befúvócső rövid élettartama. Az első kísérleteket a berendezés tökéletesítése érdekében végezték el. Mindkét műben a

* Balatonszéplakon a III. Kohászati Szabadegyetemen 1963. szeptember hóban tartott előadásból rövidített dolgozat.

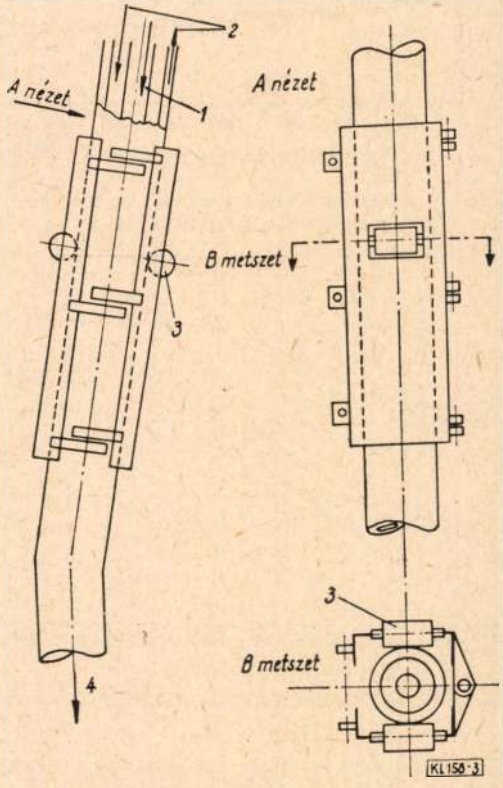


2. ábra. A mészkő befúvás a dobba

a a helyzet a csapolás kezdetén, *b* a helyzet a kéntelenítéskor, *c* helyzet a csapolás végén, *1* a samott falazat, *2* a nyersvasfürdő, *3* a mészpor bejuttatása, *4* a dob támgörgői

fúvást először kis befogadóképességű üstökben hajtották végre. Az OKÜ-ben lefolytatott első kísérletek alkalmával 40,6%-os, a DV-ben is ehhez hasonló kéntelenítési hatásfokot értek el.

Az első kísérletek után az OKÜ-ben rátértek a fluidizációs rendszerről a cellás adagolásra, a DV-ben pedig további kísérletként a nyersvascsatornarendszerbe beépített üstbe *(2. ábra)*, ill. dobba folytatták a befúvást. A DV-ben az említett berendezésekkel a kéntelenítési hatásfok nagyon



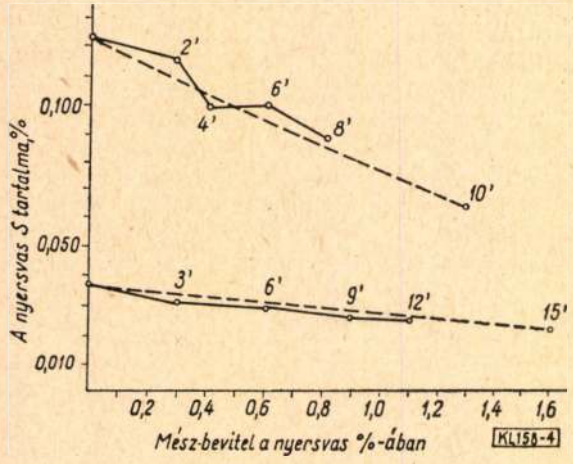
3. ábra. A függőleges irányban mozgatható befúvó cső

1 a mészpor bevezetés, *2* a vízhűtés, *3* a támasztó görgő, *4* irány az üsthöz

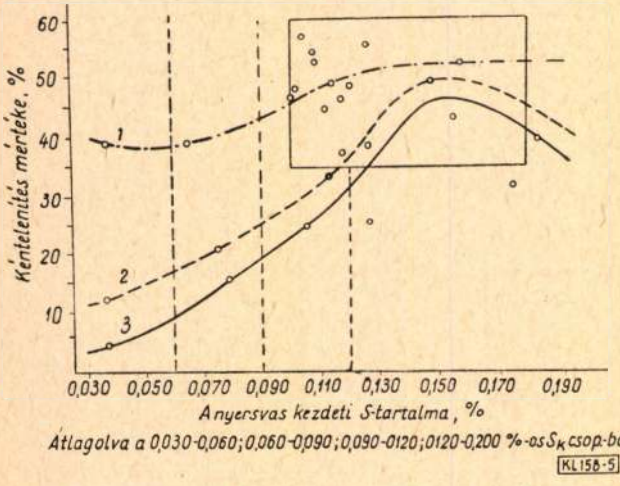
rossz volt és megállapították, hogy az előbb említett berendezések nem alkalmasak e célra. Ezért újra rátértek a befúvásos módszerre. A befúvócsövet úgy szerelték fel, hogy fúvás közben függőleges irányban mozgatható legyen *(3. ábra)*. Ez a módosítás előnyös volt, mert a befúvási időt növelni lehetett és esetenként 27 percig is tudtak fúvatni. A mész szállítására levegőt és N_2-t használtak. Egy t nyersvasra 40,50%-os kéntelenítési hatásfokkal 8—12 kg égetett mészport fújtak be.

Az OKÜ-ben a berendezésen végrehajtott változtatások után 1961. márciusában az I. sz. nagyolvasztóban savanyú salakkal kohósítottak és 368,6 t nyersvasat fújtak le 29,7%-os kéntelenítési hatásfokkal.

A kísérleti tapasztalatok alapján ugyancsak az I. sz. nagyolvasztóban 1961. júliusban 4 napon keresztül folyamatosan kéntelenítették a termelt nyersvasat. Ezen idő alatt a salak bázicitását 1,14-ről 1,09-re csökkentették. A befúvások száma 29 volt. A nyersvas kezdeti kéntartalma 0,078%, a végső 0,052%, a kéntelenítési hatásfok átlagban 33,3%, a befúvócső átlagos élettartama pedig 7 fúvás volt. Az üstök átlagos nyersvas-súlya



4. ábra. A nyersvas S-tartalmának csökkenése 2—3 percenként vett próba alapján



5. ábra. A kéntelenítés mérve és a mész bevitel összefüggései a különböző kezdő S-tartalmú nyersvasban (±10% pontosság)

1 mészfelhasználás 1,3% (1,0—1,8 között) *2* mészfelhasználás 0,8%, *3* mészfelhasználás 0,5%

24,7 t-nak adódott. Egy t nyersvasra 12 kg mészport, egy m³ nitrogénnel pedig 28,1 kg mészport fújtak be.

A kiértékelés szerint az említett időszak alatt a termelés 31,3 t-val emelkedett, az elegykihozatal 0,5%-kal javult. A fajlagos kokszfogyasztás 101 kg-mal, a hozaganyag pedig 89 kg-mal csökkent.

A *4. ábrán* az OKÜ-ben lefolytatott kísérletek alapján a kéntartalom csökkenését a befúvott mész függvényében tüntettük fel.

Az *5. ábra* a 4-napos kísérelti szakaszban elért eredményeket a mészbevitel, a kezdeti kéntartalom és a kéntelenítés mértékének összefüggésében ábrázolja. Az OKÜ-ben az elért kedvező kísérleti eredmények után üzemszerűen áttértek a termelt nyersvas kéntelenítésére. A csapolások közben a nyersvasat akkor kéntelenítették, amikor a lecsapolt nyersvas kéntartalma nagy volt.

Az 1961 novembertől 1963 májusig végzett fúvások átlagos eredményei az alábbiak voltak:

kéntelenített nyersvas mennyisége, t 9000,
kezdeti S-tartalom, % 0,110, ...
végső S-tartalom, % 0,067, ...
hatásfok, % 39,1, ...
mészpor-felhasználás, kg/t nyv. 12, ...
N_2-felhasználás, m³/t nyv. 0,5, ...
átlagos fúvatási idő, perc 9,5. .....

A nyert eredmények szerint a legjobb kéntelenítési hatásfok 0,080—0,160 közötti kéntartalommal érhető el, 1,3—1,4%-os mészpor felhasználásával. Ez esetben átlagosan elérhető az 50%-os hatásfok.

Az elvégzett gazdaságossági számítások alapján megállapítható, hogy ha a salakbázicitást 0,2-vel csökkentjük, akkor 1 t nyersvas gyártási költsége 83,4 Ft-tal olcsóbbodik.

A befúvásos rendszerű kéntelenítéssel a DV-ben 1957 óta foglalkoznak. 1962 novemberben a II. sz. nagyolvasztóban az acélnyersvas kéntelenítésével végeztek komoly kísérleteket. Ekkor a salakbázicitást 1,06-ról 0,94-re csökkentették. A kísérlet ideje alatt a legnagyobb gondot a mészport szállító csővezetékek eldugulása és a befúvócső idő előtti elhasználódása okozta. Ez időszakban 11 csapolással nyert 1524 t nyersvasat kéntelenítettek. A fúvást sűrített levegővel végezték. A fúvást akkor kezdték meg, amikor az üstben már kb. 30 t nyersvas volt. A befúvócsövet 500 mm-re merítették a nyersvas felszíne alá. Az üstben levő nyersvas felszínemelkedésének megfelelően húzták fel a befúvócsövet mindaddig, amíg a nyersvas súlya elérte a kb. 90—95 t-át.

Az égetett mészpor-felhasználás 12,6 kg/t nyv., az átlagos befúvási idő 18 perc, a kezdeti kéntartalom 0,134%, a végső kéntartalom pedig 0,097% volt. Az elért hatásfok 27,4%. Csapolás közben mérték a nyersvas hőmérsékletét és ugyanazt tapasztalták, mint az OKÜ-ben. A nyersvas hőmérséklet csökkenésével ugyanis azonos égetett mészpor felhasználásakor erősen romlott a kéntelenítési hatásfok, ezenkívül hidegebb nyersvasról a salakot nem lehetett lehúzni.

Azt is tapasztalták még, hogy savanyú salak használatakor a nyersvas hidegebb —, ami meg-

mutatkozott a C-tartalomban is — és így a kéntelenítési hatásfok rosszabb volt, mint bázikusabb salak használatakor. Megállapították továbbá azt is, hogy a salak lehúzása érdekében a mészporhoz olyan anyag keverése szükséges, mely a salakot könnyen kezelhetővé teszi. A befúvócső a korábbi kísérletekben általában egy fúvás után a nagy hőmérsékletingadozás miatt tönkrement, ezért a nyersvasból kihúzott befúvócsövet erre a célra épített kemencében kamragázzal melegítették, s így védő samottcső használatával egy-egy csővel 4—5 fúvást is el tudtak érni.

Említésre méltók azok a kísérletek és üzemi eredmények, melyeket a befúvásos kéntelenítéssel Dortmundban értek el. Először 1940-ben számoltak be kísérleti eredményeikről. Ők is kezdetben hasonló nehézségekkel küzdöttek, mint a mi üzemeink. Kéntelenítésre mészport használtak. Lándzsán keresztül sűrített nitrogénnel, ill. levegővel fújták be a kéntelenítő anyagot a nyersvas fürdőbe. A fúvást 40 t befogadóképességű üstben végezték.

A kísérleteket Thomas- és acélnyersvasra egyaránt elvégezték. Egy kísérletsorozatban 35 000 t Thomas-nyersvasat fújtak le. A kéntelenítő anyag felhasználása 14,8 kg/t nyersvas volt (ennek 8—12%-a szóda). A kezdeti átlagos kéntartalmat 0,052%-ra csökkentették. Az elért kéntelenítési hatásfok 70%, a nyersvasveszteség 1,5% volt.

Még két kísérleti kampány eredményeit kívánom ismertetni.

Az első kísérletsorozatban a befúvást 357 alkalommal végezték el. Az átlagos kezdeti kéntartalmat 0,040%-ról 0,021%-ra csökkentették. A befújt kéntelenítő anyagmennyiség (az előző megoszlás szerint) 10,85 kg/t nyv. volt. Az elért hatásfok 51,3%.

A második kísérletsorozatban a salak bázicitását 0,85-re, a nyersvas kezdeti átlagos kéntartalmát pedig 0,070%-ról 0,026%-ra csökkentették. A kéntelenítő anyag szállítására szintén sűrített levegőt használtak. Igen csekély mértékű Si és Mn leégést tapasztaltak.

Kísérleteik kiértékelésekor megállapították, hogyha a salakbázicitást 1,2-ről 1,0-ra csökkentik, akkor 7% fajlagos kokszfogyasztáscsökkenés és 11% termelésnövekedés érhető el. Megállapították továbbá, hogy Thomas-nyersvasban a salakbázicitást 1,22-ről 1,05-re csökkentve 9% fajlagos kokszfogyasztás és 8,5% termelésnövekedés érhető el. Volt olyan kísérleti időszak is a Thomas-nyersvas kísérletsorozatában, amikor 20%-os termelésnövekedést és 5% kokszcsökkenést értek el.

A befúvásos kéntelenítési eljáráson kívül a DV-ben üstben is végeztek kéntelenítési kísérleteket.

A DV-ben az öntödei nyersvasgyártás korábban sok gondot okozott. Főleg melegebb nyersvas gyártásakor mutatkoztak nehézségek ; a nagyolvasztó járata egyenlőtlen, a járatintenzitás gyenge volt. A fenti nehézségek kiküszöbölésére a DV-ben elhatározták, hogy az öntödei nyersvasat savanyú salakkal fogják kohósítani. Természetesen előzőleg meg kellett oldani a nyersvas nagyolvasztón kívüli kéntelenítését. Minthogy a befúvásos kéntelenítési módszert üzemileg még nem kísérletezték ki, a nyersvasat üstben szódázással a következőképpen kéntelenítették :

Csapolás előtt a szódát az üstökbe előre beszórták. Közvetlen csapolás után a nyersvasat az acélművi keverőcsarnokba szállították. Itt a keverő darujának segítségével a nyersvasat egyszer vagy kétszer — a kéntartalomtól függően — egyik üstből a másikba átöntötték. Átöntés után a salakot erre a célra rendszeresített berendezéssel lehúzták. A szódasalak lehúzása hígfolyóssága miatt eléggé nehézkes, ezért a szódával együtt kb. 25% nyers mészkőport is adagoltak. Ezt az eljárást a DV-ben 1962 február óta alkalmazzák üzemszerűen. 1963 márciusig savanyú salakkal összesen 147 837 t öntödei nyersvasat termeltek, illetőleg kéntelenítettek.

A salak bázicitását ($CaO : SiO_2$) 1,06-ról. 0,93-ra csökkentették. 1 t nyersvasra 4,8 kg szódát és 1,4 kg nyers mészkőport adagolnak. A kéntelentés előtti 0,051% kéntartalom 0,023%-ra csökkent. Az elért hatásfok 55%. A kiértékelések alapján a termelés kb. 10%-kal, a fajlagos kokszfogyasztás 7,3%-kal, 1 t öntödei nyersvas gyártási költsége pedig 36,12 Ft-tal csökkent.

Az öntödei nyersvassal szerzett tapasztalatok alapján 1963 júniustól az acélnyersvassal is rátértek a savanyú salakos kohósításra. A salak bázicitását 1,04-ről 0,96-ra csökkentették. Az öntödei nyersvasra említett módszer szerint szóda + + nyers mészkőporral kéntelenítenek, azzal a különbséggel, hogy az átöntögetést elhagyták.

A szódasalakot a keverőcsarnokban a nyersvasról lehúzzák, majd a keverőből kivett nyersvasat újra szódázzák és a salakot ismét lehúzzák. Júniusban és júliusban savanyú salakkal 44 350 t nyersvasat termeltek, illetőleg kéntelenítettek. A szódafelhasználást 3,2 kg/t nyv., a mészkőfelhasználás pedig 0,8 kg/t nyv. volt. A kezdeti kéntartalmat 0,065%-ról 0,035%-ra csökkentették. Az elért hatásfok 51%.

A DV-hez hasonlóan az OKÜ-ben is végeztek 1962 júliusban üstben és csatornában kéntelenítést szóda és égetett mészpor adagolásával. A kiértékelhető csapolások száma 372, az elért kéntelenítési hatásfok 21% volt.

A rossz eredmények miatt 1962 augusztusban újra végeztek kísérleteket. Ekkor 6,5 kg/t szóda és 2 kg mészpor felhasználásával 43%-os kéntelenítési hatásfokot értek el.

Az OKÜ-ben rázóüsttel is folytattak kéntelenítési kísérleteket. E kísérletekhez a nyersvasnak azt a tulajdoságát használták fel, hogy a nyersvasban képződött FeS és MnS kisebb fajsúlya miatt a nyersvasból felúszik és így a fürdő felületéről eltávolítható. Az első kísérleteket 8,5 kg befogadóképességű grafit-tégelyben, a továbbiakat 17 kg befogadóképességű tégelyben és a végső kísérleteket a KÖVAC-ban 500 kg befogadóképességű üstben folytatták le.

A kísérletek szerint, a rázás következtében a nyersvasfürdőben a felszín irányában a kéntartalom emelkedett. A 17 kg-os befogadóképességű tégelyben végzett kísérletekben a fürdő alsó rétegében a nyersvas kéntartalma 0,013— 0,015%,

a felső rétegben pedig 0,086—0,091% volt. Az eredmények igen kedvezők voltak, célszerű lenne ennek az eljárásnak további üzemi kikísérletezése.

Az elmondottakat összefoglalva megállapítható, hogy kohóműveink komoly erőfeszítéseket tesznek a gazdaságosabb nyersvasgyártás érdekében, a savanyú salakos kohósítás bevezetésével és a nyersvasnak a nagyolvasztón kívüli kéntelenítésével.

A nyersvas kéntelenítése befúvásos eljárással az OKÜ-ben a többi műhöz viszonyítva előrehaladott állapotban van. Jelenleg a nagyüzemi feltételek megteremtése van folyamatban.

Az üstben végzett kéntelenítés a szóda-mészkőpor használatával, valamint a salaklehúzással a DV-ben megoldottnak tekinthető. A befúvásos kéntelenítési módszerrel a mészporfelhasználás 12—14 kg/t nyv, a kéntelenítési hatásfok kb. 40—50%. Az üstben végzett szódás-mészporos kéntelenítéskor a szódafelhasználás 4—6 kg/t nyv., a mészkőpor felhasználás 1—2 kg/t nyv., az elért hatásfok 40—55%.

A savanyú salakkal végzett nyersvasgyártás gazdaságosságára jellemző, hogy az OKÜ-ben kb. 0,2 értékű bázicitáscsökkenéssel egyidejűleg 9% termelésnövekedés és 9% kokszfogyasztáscsökkenés érhető el, 83,4 Ft/t nyv. gyártási költségmegtakarítás biztosításával.

A savanyú salakkal végzett kohósításnak vannak olyan előnyei, melyek kizárólag számszerűen nem mutathatók ki, viszont a nagyolvasztó járatára és termelésére nagy hatással vannak. Ilyenek pl. a kisebb hajlam a tapadványképződésre, továbbá az, hogy kohólehűlés közben a savanyú salak könnyebben kezelhető, mint a bázikus salak.

A DV-ben is megállapítást nyert, hogy a savanyú salakos kohósításkor kisebb a nagyolvasztó hőtartaléka és ezért sokkal érzékenyebb a hőingadozásokra, másrészt nagyobb gondot kell fordítani a nagyolvasztóba adagolt anyagok minőségének az egyenletességére, mivel a tapasztalat szerint a salak összetételének ingadozása erős hatással van a nyersvas Si- és S-tartalmának ingadozására, valamint az MnO és az FeO redukciójára is. A savanyú salakkal végzett nyersvasgyártás egyik legfontosabb előfeltétele tehát a jobb anyagelőkészítés.

Több ízben felvetődött a kérdés, hogy savanyú salak a kohófalazatot, különösen a medencét a maró hatás miatt jobban igénybe veszi-e? Valószínű, hogy a túlzott igénybevétel nem áll fenn, mivel a savanyú salak hőmérséklete kisebb és a salak mennyisége is kevesebb.

Vizsgált tárgyává kell tenni a nitrogénnel és a levegővel való befúvás gazdaságosságát, hiszen ezzel Dortmundban kielégítő eredményeket értek el a levegő használatával is.

Befejezésül: Az eddig elért eredmények alapján megállapítható, hogy kísérleteink eredményesek voltak. Számszerűségében közel azonos eredményeket értünk el, mint Dortmundban, a példaképpen megemlített üzemben. Üzemeink további feladata most már az, hogy a gazdaságos nyersvastermelés érdekében minél előbb megvalósítsák a nagyüzemi nagyolvasztón kívüli kéntelenítést és ezzel egyidejűleg a savanyúbb salakos nyersvasgyártást.

Szabadalmi hírek

Magyar lajstromszám 151 588

Gyenge minőségű alapanyagból készült nagy tűzállóságú anyag, illetve termék előállítása. *Dr. Lőcsei Béla* vegyészmérnök. Bejelentés napja: 1962 június 25.

A szilíciumoxid és alumíniumoxid rendszeren felépülő samott, illetve dúsított mullit-tartalmú tűzállóanyag tűzállóságát a termék Al_2O_3-tartalma, továbbá az olvadáspontot csökkentő kísérő anyagok, elsősorban a vasoxid, alkáli oxidok mennyisége határozza meg. A találmány szerint a tűzálló anyagok alumíniumoxid tartalma alumíniumfluoriddal előnyösen növelhető. Termikus hatásra alkáli és vasoxid távozik fluorid alakjában és sokkal kisebb hőmérsékleten képződik a kívánt mullit, mintha a dúsítást alumíniumoxiddal végeznék. További előny az is, hogy a termékben maradó vasoxid nem az üveges fázisba épül be, hanem a mullit szerkezetébe, ami növeli a termék tűzállóságát. Egy molnyi kaolinitet két molekulasúlynyi alumínium fluoriddal reagáltatnak 450—570 C°-on, annál gyorsabb a reakció, minél jobban megközelítik az 570 C°-ot. Ebből a gyakorlatilag 1 súlyrész anyag, 0,52 súlyrész AlF_3 keverékből kvantitatíve mullit képződik. Az 570 C° alatt kialakult aktív állapotú termékben a hőmérséklet emelésére a mullit-képződés gyorsan lezajlik és 1000 C° körül teljesen befejeződik. A távozó hidrogénfluorid felfogható és újabb AlF_3 készítésére használható fel, ami javítja az eljárás gazdaságosságát.

*

Magyar lajstromszám 151 594

Eljárás bikerámikus tűzálló anyagok előállítására *Magnezitipari Tüzállóanyaggyár: Szántó Lajos, Terényi Gyula* mérnök, *Mátyus Béla*. Bejelentés napja: 1962. június 5.

A tűzállótermékek gyors tönkremenetelét az üzemben fellépő nagy hőingadozások okozzák. Ezért azokon a helyeken, ahol a hőmérsékletingadozásokkal szemben az ellenállóképesség döntő, leginkább két-három tűzálló komponensből felépített összetételű anyag terjedt el. Ilyen kombináció a szilíciumkarbid-korund, szilíciumkarbid-mullit, magnezit-kromit, együttes használata. A gyártás általános célja a termékek teljes homogenitásának biztosítása, a jó keverés. A találmány szerint olyan tűzálló anyagokból, amelyek romboló erős hőlökéseknek vannak kitéve, célszerű különleges, nem teljesen homogén szerkezetet kiképezni. Így az egyik anyag kuszált szálakban fog elhelyezkedni és a vágási felületen márványos szerkezet látható. A két tűzálló anyagot előkezeléssel — kaolinmentes, keményítős keveréssel — megfelelően plasztifikálják, és ezután csigás masszagyúrón feldolgozhatóvá válik. A két vagy több komponens közül általában az egyik hordozza az optimális hőtechnikai tulajdonságokat, a másik anyag kisegítő szerepet játszik. Célszerű és jó égetési hatásfok elérésére 70 : 30—50 : 50 arányok között maradni. A csigás szerkezetben összekevert massza nem alkot homogén szerkezetet, az egyik anyag szálszerűen helyezkedik el a másik anyag szálai mentén. *Stiller Ottóné*

Berendezés és eljárás melegen hengerelt széles abroncsok reveszerkezetének vizsgálatára

GECSEI GÁBOR
Dunai Vasmű

DK 620.191:621.944.122:621—418

Az acél felületén, a meleghengerlést megelőző felmelegítéskor különböző oxidok keletkeznek. Ezek az oxidok együttesen reveréteget képeznek. A reveréteg a fém-ionoknak az oxidrétegen át végbemenő erősebb, illetve az oxigénnek a fém felülete felé irányuló gyengébb diffuziójától növekszik. A reveréteg összetétele különböző oxigén tartalmú övekre tagozódik. A fém felületéhez legközelebb eső réteg a wüstit (FeO), fölötte egy magnetit (Fe_3O_4) réteg van, majd kívül helyezkedik el a hematit (Fe_2O_3) [1].

Az egyes oxidok részaránya a revében elsősorban a reveképződés hőmérsékletétől függ. A reve akkor áll három oxidrétegből, amikor a hőmérséklet 575 és 1000 C° között volt. Ennél kisebb, vagy nagyobb hőmérsékleten létrejött reve két rétegből áll. 1000 C°-on nagyobb hőmérsékleten Fe_3O_4 és FeO, 575 C°-on kisebb hőmérsékleten Fe_3O_4 és Fe_2O_3 [2] képződik.

A reve vastagsága függ a hőmérséklettől és az oxidáció idejétől. A súlynövekedésre vonatkozó törvényszerűséget az alábbi összefüggés fejezi ki [3]:

$$X^2 = k.t$$

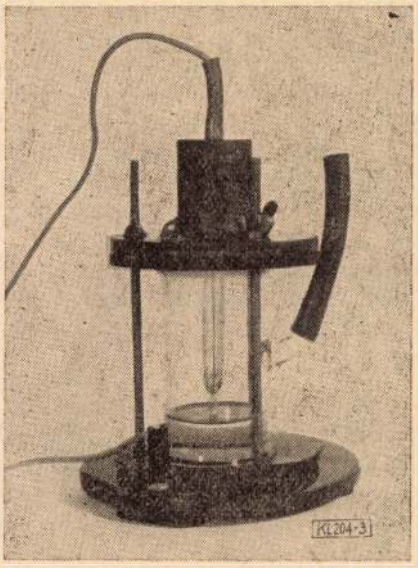
ahol X a súlynövekedés,
k a hőmérséklettől függő állandó,
az idő.

A reveréteg vizsgálatában figyelembe kell venni, hogy az egyes oxidfajták között nincsenek éles határvonalak, átmeneti helyek, az egyes rétegek között összenövések képződhetnek.

A revét felépítő oxidfajták savakban való oldékonysága eltérő. Legkönnyebben oldódik az FeO, legnehezebben az Fe_2O_3. A kettő oldékonysága között foglal helyet az Fe_3O_4. Az egyes oxidfajták tömörségében is eltérések vannak. Az FeO laza, szemcsés réteget képez; az Fe_2O_3 erősen tömör, hártyaszerű képződmény; az Fe_3O_4 szintén pórusos szerkezetű [1]. Az egyes oxidfajták eltérő sajátossága a melegen hengerelt szalagokon képződött reve pácolással való eltávolítását lényegesen megváltoztathatja. Célszerűnek mutatkozott megvizsgálni a Dunai Vasműben melegen hengerelt szélesabroncsacélok reveszerkezetét annak érdekében, hogy az optimális üzemi körülmények megválasztásával a pácolás szempontjából legkedvezőbb összetételű reveréteg képződjék és így jól pácolt felületű szélesabroncs, illetve lemez legyen gyártható.

Eljárás a reveszerkezet vizsgálatára

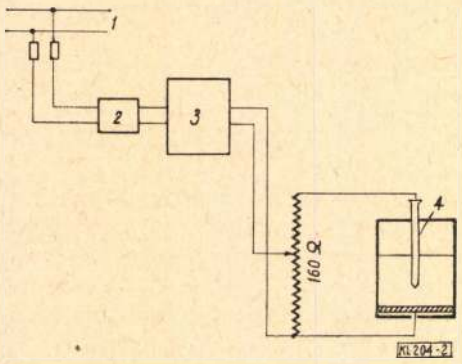
A fentiekben említettük, hogy az egyes oxidfajták savakban való oldékonysága eltérő. A reve oldódása tulajdonképpen elektrokémiai folyamat [1], [3]. Az elektrokémiai folyamatot a revefelépítés vizsgálatára alkalmasnak bizonyuló megfelelő berendezéssel követtük. A vizsgált revés lemezmintát egy gömbalakú platinaelektróddal elektromos mérőműszeren keresztül rövidre zártuk. Elektrolitként kénsav-sósav-foszforsav elegyet használtunk, mely szobahőmérsékleten az összes revefajtát oldja, míg a vasat alig támadja meg. Az áramkörben a lemez mint katód, a platina mint anód működik. A reve oldódása következtében a lemez elektródpotenciálja megváltozik. Ennek a potenciálváltozásnak a mértékét az egyes oxidfajták oldódási sebessége szabja meg. Ha tehát ezt a változást folyamatosan rögzítjük, az egyes oxidfajták oldódása során létrejövő potenciálváltozások időben eltolódva és különböző nagyságban jelennek meg.



1. ábra. Revevizsgálathoz szolgáló berendezés

Az elektrokémiai adatokat az *1. ábrán* látható berendezéssel, a potenciál változását a kép baloldalán levő MAW elektronikus kompenzográffal mértük. A műszer a mérési folyamat előrehaladásának megfelelően a potenciál változását automatikusan regisztrálja. A mérőműszer méréshatára 0—10 mV. Az ábrán a kompenzográftól jobbra haladva a párhuzamosan kapcsolt feszültségszabályozó potenciométer, egy termosztát és a sav tárolására szolgáló duplafalú üvegedény látható. A savtartály köpenyében a sav kívánt hőmérsékleten tartására a termosztát vize kering. A kísérlet alatt állandó (25 C°) hőmérsékleten mértünk.

A berendezés elektromos kapcsolási rajzát a *2. ábrán* ismertetjük. A *3. ábrán* az a berendezés látható, amelyben az oldási folyamat végbemegy. Alul-felül bakelitlappal ellátott állványban helyezkedik el az elektródedény, mely mindkét végén nyitott üveghenger. A savat a henger oldalán levő csonkon keresztül töltik be.



2. ábra. A revevizsgáló berendezés elektromos kapcsolási rajza
1 hálózat, *2* stabilizátor, *3* MAW kompenzátor, *4* Pt-elektróda

A vizsgált lemezmintát revés felületével felfelé fordítva, az alsó bakelitlapra helyezzük. A lemezre az üveghenger méretének megfelelően a közepén kivágott gumikorongot helyezünk. Erre állítjuk megfelelően illesztve az üveghengert. Az elektródedényt a felső bakelitlap szárnyas anyáival szorítjuk a lemezhez. A felső lap furatába kerül a platina-elektród, mely mérési helyzeten kívül kiemelhető. A lemez elektromos csatlakozását az alsó bakelitlapra rögzített vörösréz lemezen keresztül biztosítjuk. A vizsgált lemez aljáról a rézlemezzel való elektromos kontaktus létrehozásához a revét le kell csiszolni. Mérés közben az egész elektródedényt az állvánnyal együtt a termosztátba helyezzük.

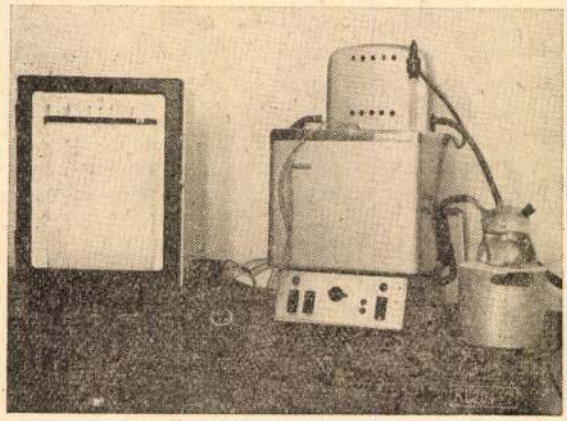
Elektrolitként 50 ml savelegyet használunk, melyet az áramkör zárása után öntünk az elektródedénybe.

A savelegy összetétele a következő :

106 g/l HCl; 61 g/l H_2SO_4 ; 118 g/l H_3PO_4.

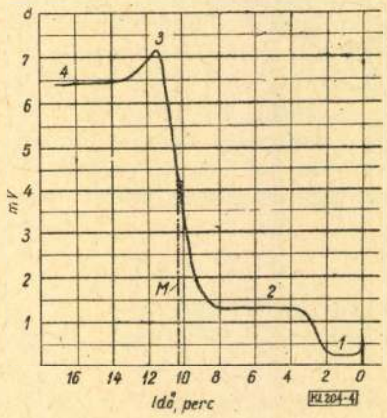
A feszültség az elektródok felületének relatív növekedésével változik. Mérés közben a vizsgálandó lemez felületét és az elektródokat állandó távolságban kell tartani.

A mindhárom oxidfajtát tartalmazó reveréteg oldási görbéje a *4. ábrán* látható. A mérőműszer regisztráló szalagjának függőleges irányú lefutása miatt az oldási vonalak nem a szokásos módon balról jobbra, hanem jobbról balra vannak feljegyezve. Az abszcisszán egy beosztás két percnek felel meg. A potenciál-adatok az ordinátán a szalag teljes szélességében 0—10 mV-ig terjednek.



3. ábra. Elektródedény az elektródákkal

Az oldási görbe mentén több vízszintes szakaszt találunk. Ezeken a helyeken a potenciál egy ideig állandó. Az *1*-es vízszintes szakaszban a Fe_2O_3 megy oldatba. A *2*-es szakaszban az Fe_3O_4 oldódik. A *3*-as szakasz az FeO oldódását jelenti. A *4*-es szakasz a fémes vas oldódásának szakasza, ahova a görbe egy csökkenő potenciálon keresztül jut el [1]. A görbe minden vízszintes szakasza egy meghatározott kémiai vegyület oldódását jelenti. A vízszintes lépcsők között átmeneti szakaszok vannak. Ezek az átmeneti szakaszok úgy jönnek létre, hogy a következő oxidfajta már oldódni kezd, mielőtt az előző teljesen feloldódna. Ennek oka abban keresendő, hogy a reve pórusos szerkezetű, ami lehetővé teszi a savnak a réteg belsejébe való hatolását, ugyanakkor az egyes oxidfajták egymásba is átmennek. Az oldási görbe felvételével és megfelelő értékelésével megállapítható a reve minőségi összetétele és pácolhatósága.



4. ábra. A reveréteg oldási görbéje és az M pácolhatósági szám grafikus meghatározása
1 Fe_2O_3, *2* Fe_3O_4, *3* FeO, *4* Fe

A pácolhatóságon azt az időt értjük (percekben), amely ahhoz szükséges, hogy adott összetételű és koncentrációjú saveleggyel, adott hőmérsékleten, meghatározott körülmények között a reve a lemez felületéről eltávolítható legyen. A pácolhatóságot a pácolhatósági számmal jellemezzük, melyet *M*-mel jelölünk (a jelölés önkényes). A reve annál könnyebben pácolható, minél kisebb az *M*.

A reve feloldása, vagyis a pácolás az FeO teljes oldódásával — amely megfelel a görbe *3*-mal jelzett szakaszának — gyakorlatilag befejeződött. Az oldási görbe alapján a pácolhatóság értékelését, vagyis az *M*-szám meghatározását úgy végezzük, hogy a görbe utolsó befejező szakaszának féllépcsőjét egyszerű szerkesztéssel meghatározzuk és levetítjük az idő-tengelyre. Az így kapott idő-adat (*M*-szám) jellemző az egyes lemezek pácolhatóságára. Az *M*-szám meghatározására a 4. ábra utal.

Alábbiakban röviden ismertetünk néhány vizsgálatot, melyet a fenti berendezéssel végeztünk.

Reveképződés vizsgálata különböző hőmérsékleten

Elektromos kemencében különböző hőmérsékleten tiszta fémes felületű lemezeken reveréteget hoztunk létre. Bár az ilyen melegítési mód nem

jelentette a szokásos üzemi kemencékben a melegítés szabatos visszaadását, mégis érdekes kísérleti eredményekre vezetett.

A próbákat szobahőmérsékletű kemencébe raktuk és a kívánt hőmérsékletre hevítettük. 15 perces hőntartás után a kemencével együtt hagytuk lehűlni a próbadarabokat. A különböző hőmérsékleten képződött revék oldási görbéi az *5. ábrán* láthatók. 600 C°-on a reveréteg Fe_2O_3-ból és FeO-ból áll; 650 C°-on már mindhárom oxidfajta jelen van; 700 C°-on lényegesen megnő az egyes oxidok mennyisége; 800 C°-on a képződött reve Fe_2O_3-ból, nagy mennyiségű Fe_3O_4-ből és FeO-ból áll. A kísérleti hőmérsékleteken képződött oxidfajták nem mindig egyeznek meg a vas-oxigén rendszer állapotábrája szerint lehetséges esetekkel. Ez azzal magyarázható, hogy a kísérleti kemencetér oxigénkoncentrációja a melegítés során változik. A reveképződést pedig a hőmérsékleten kívül a fémionok, illetve az oxigén diffúziója határozza meg. A hőmérséklet növekedésével nő a pácolhatósági szám (M) is.

Az elektrokémiai vizsgálattal párhuzamosan mikroszkopikus revevastagságmérést is végeztünk. Növekvő hőmérséklettel a revevastagság is nő. A mérésekre vonatkozó adatokat az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

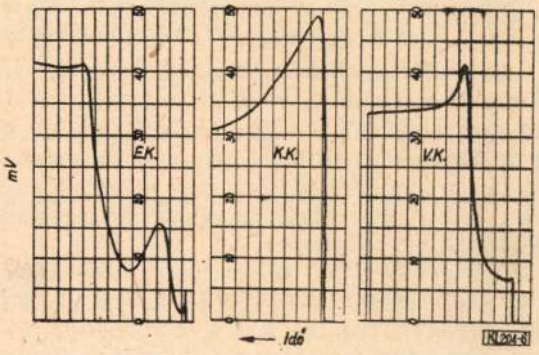
1. táblázat

Kísérleti kemencében melegített lemezek revevizsgálatának adatai

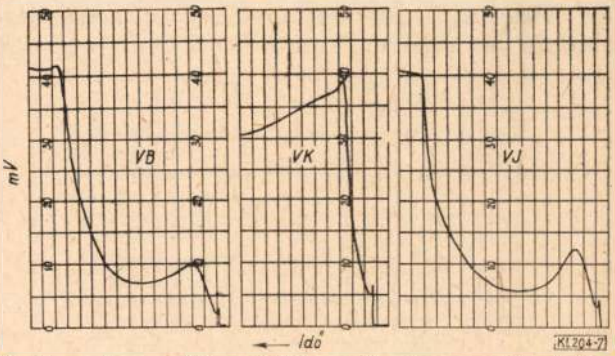
Hőmérséklet, C°	Reveösszetétel	M/perc	Revevastagság, μ
600	Fe_2O_3, FeO	1,5	6,6
650	Fe_2O_3, FeO, Fe_3O_4	2,3	8,6
700	Fe_2O_3, FeO, Fe_3O_4	9,1	14,6
800	Fe_2O_3, FeO, Fe_3O_4	24,3	30,6

Revevizsgálat a melegen hengerelt széles-abroncs különböző helyein

Vizsgáltuk a reveszerkezetet azonos körülmények között melegen hengerelt szélesabroncsok felületének különböző helyein és a szélesabroncs két oldalán. Különböző helyeken eltérő összetételű reverétegeket találtunk. Az eltérő revestruktúra az abroncs pácolhatóságát is megváltoztatja. Ezzel a revétlenítés során feltétlenül számolni kell. Nem célja e dolgozatnak a reveszerkezetben mutatkozó eltérések okának magyarázata, ezt csupán mint jelenséget említjük meg és a vizsgálati eljárás alkalmazására példaként közöljük.



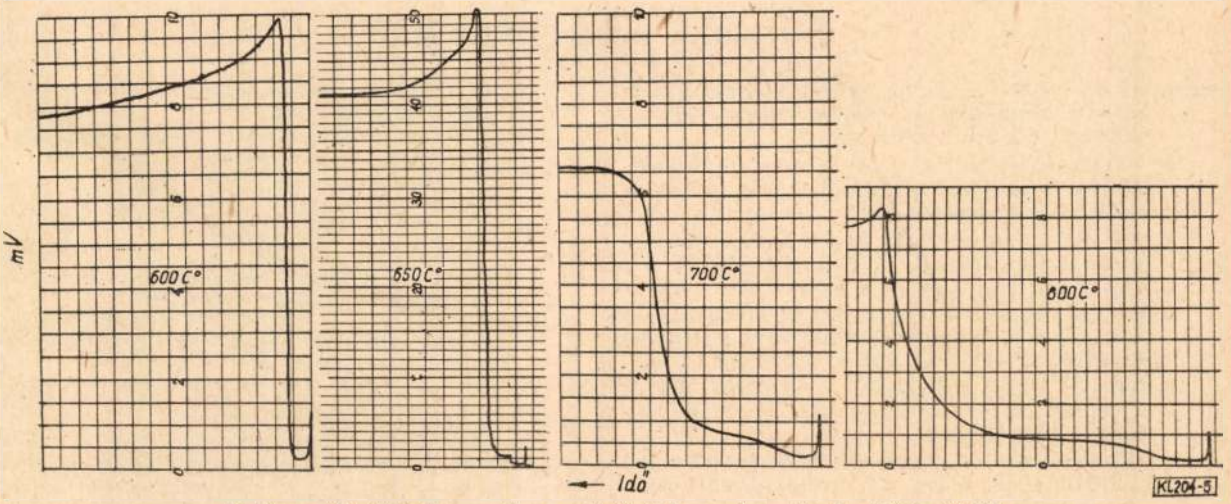
6. ábra. A reve oldási görbéi a szélesabroncs hosszában



7. ábra. A reve oldási görbéi a szélesabroncs szélességében

A vizsgálatokat a szélesabroncs hosszában elején, közepén és végén, illetve szélességében bal, közép és jobb oldalán végeztük. Egy ilyen vizsgálat oldási görbéi a *6. ábrán* láthatók. A görbék a szélesabroncs hosszában az elején, közepén és végén mutatják a reve felépítését. A jelöléseket a következőképpen értelmezzük:

EK a széles-abroncs hosszában az eleje, szélességében a közepe,



5. ábra. Kísérleti kemencében melegített lemezek revéinek oldási görbéi

KK hosszában és szélességében a közepe,
VK hosszában a vége, szélességében a közepe.

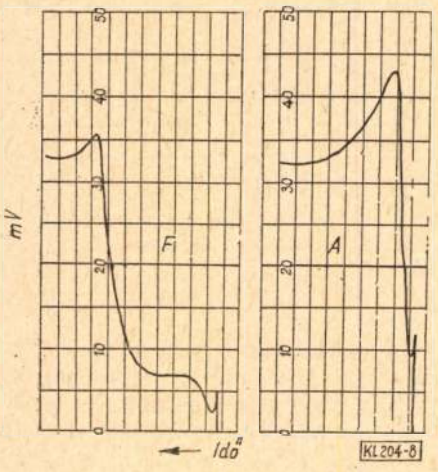
Az oldási görbékből látható, hogy a szélesabroncshossz elején a revében mindhárom oxidfajta megtalálható, a végén csak Fe_3O_4 és FeO, míg a közepén csak FeO van. A szélesabroncs felületén a pácolhatóság is ennek megfelelően változik: a legnehezebben pácolható a darab eleje, legkönnyebben a közepe.

Ugyancsak eltérő a reve szerkezete a szélesabroncs szélességében is. Így pl. a *7. ábrán* a melegen hengerelt abroncs végén, a darab szélességében képződött reveréteg oldási görbéi láthatók.

Jelölések:
VB a darab hosszában a vége, szélességében a bal oldala,
VK hosszában a vége, szélességében a közepe,
VJ hosszában a vége, szélességében a jobb oldala.

A darab *VB* és *VJ* helyén a reve nehezebben pácolható, mint a *VK* helyen.

Vizsgáltuk a reveszerkezetet ugyanazon szélesabroncs két oldalán. A darab alsó, tehát a görgők felé eső oldalán mindig nehezebben pácolható revét találtunk, mint a darab felső részén. A *8. ábra* a darab ugyanazon helyéről vett próbának kétoldalán levő reve felépítését mutatja. Az *F* jel az abroncs felső, az *A* jel a szélesabroncs alsó (görgők felé eső) oldalán levő reveréteg oldási görbéjét mutatja. A széles-abroncs alsó oldalán a reve három oxidfajtát tartalmaz, míg a felső oldalán Fe_3O_4 és FeO van. Ennek megfelelően a pácolhatósági szám is eltérő.



8. ábra. A reve oldási görbéi a szélesabroncs két oldalán

Összefoglalás

A melegen hengerelt szélesabroncsokon képződött reve szerkezete lényeges hatással van a pácolhatóságra.

Alkalmas berendezést állítottunk össze a reve szerkezetének vizsgálatára.

Az eljárás elektrokémiai módszer, mellyel a reve oldódását úgy követhetjük, hogy meghatározzuk, mennyire különböző a vasoxidoknak savakban való oldékonysága.

Az oldási görbék alapján értékeltük a reveszerkezetet és meghatároztuk a pácolhatóságra jellemző *M*-számot.

Fémesen tiszta felületű lemezpróbákon elektromos kísérleti kemencében különböző hőmérsékleteken reveréteget hoztunk létre. Vizsgáltuk e revék összetételét és pácolhatóságát. Ugyanakkor a képződött reveréteg vastagságát mikroszkopikusan mértük.

Vizsgáltuk a melegen hengerelt széles-abroncsacél reveszerkezetét a darab hosszában és szélességében, különböző helyeken, továbbá a darab mindkét oldalán.

IRODALOM

[1] *Fackert, W.:* A technikai revéreteg szerkezete a melegen hengerelt abroncsokon és lemezeken Stahl und Eisen, 1955. dec. 15.
[2] *Murszki—O. Donnel:* Hengerelt áruk hibái Műszaki Könyvkiadó, 1961.
[3] *Garder, S.:* A lágyacélabroncs revéjének alapvető vonásai Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. június.

Műszaki eseménynaptár

Dec. 4. 55 éve (1909) szállt fel az első magyar gyártmányú repülőgép a Rákosi gyakorlótéren, pilótája *Adorján János* volt.
7. 70 éve (1894) halt meg *De Lesseps, Ferdinand-Marie*, francia mérnök (szül. 1805), a Szuezicsatorna megalkotója.
8. 100 éve (1864) mutatta be értekezését a mágneses térről *Maxwell, C. F.* (1831—1879).
8. 175 éve (1789) született *Hild József* magyar építész (megh. 1867), az egri székesegyház, a mai Honvédelmi Minisztérium (Valeró gyár) és egyéb klasszicista épület tervezője.
9. 50 éve (1914) találta fel *Voigtländer, H.* és *Lohmann, H.* a wolframkarbid és molibdénkarbid keményfémet.
9. 150 éve (1814) halt meg *Bramah, Joseph* angol feltaláló (szül. 1749), a hidraulikus sajtó és a Bramah-zár feltalálója.
15. 85 éve (1879) szabadalmaztatta *Edison, Thomas Alva* szénszálas izzóját.
18. 225 éve (1739) született *Balla Antal* magyar vízmérnök (megh. 1815).
20. 20 éve (1944) halt meg *Bródy Imre* magyar fizikus (szül. 1891), a kriptonégő feltalálója.
26. 125 éve (1839) született *Seger, Hermann August*, aki a róla elnevezett Seger-kúpot feltalálta, mellyel megállapította a testek nagy hőmérsékletű cseppenéspontját.
26. 100 éve (1864) állított elő először *Frank, A.* magnezit téglát, melyet egy lángkemence tűzhídjába épített be.
27. 50 éve (1914) halt meg *Herman Ottó* magyar természettudós (szül. 1835).

Az összeállított Műszaki Eseménynaptár nem teljes. A vonatkozó szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17).

Újabb módszerek aluminiumoxid termékek és fémaluminium vanádiumtartalmának meghatározására*

KLUG OTTÓ Fémipari Kutatóintézet—METLENKO SÁNDOR Fémipari Kutatóintézet
LÁNG JÓZSEF, Inotai Alumíniumkohó

DK 669.71.712 : 546.881 : 535.22

Napjainkban az üzemi laboratóriumokban gyakran szükséges a nyomszennyezők gyors mennyiségi meghatározása. A színképelemzésen kívül leggyorsabban fotometriás, esetleg spektrofotometriás módszerekkel határozhatók meg. A fotometriás mérések előnye, hogy sok — főként szerves — reagens áll rendelkezésre és így aránylag könnyű az egyes ionokra specifikus reagenst kiválasztani.

A vanádiumtartalom meghatározására általában a H_2O_2-vel képezett komplexet használják [1], [2], [11], azonban a módszer nem túl érzékeny, 0,01% V-tartalom környékén igen rövid a színállandósági ideje. Érzékenyebb módszert közölt *Minczewski* [3], aki a hidroxiaminonikotinsavval alkotott komplexet, *Bhattacharya* pedig az alizarinnal képezett narancsszínű komplexet fotometrálta [4]. Ez utóbbi reagenses mérést — amint tájékozódó vizsgálataink is mutatták — sok ion zavarja, ezért a vizsgálat nehézkes. Igen jó eredményeket adott azonban az *Ariel* és *Manka* által ismertetett o-dianizidines módszer [5]. Más szerzők [6], [7] a vanádium meghatározását négyértékűvé redukált, majd ugyancsak szerves festékanyagokkal reagáló ionokkal javasolják.

Üzemi laboratóriumaink a H_2O_2-os módszert használják, s ennek előbb említett hátránya tette szükségessé újabb módszerek, illetve reagensek felkutatását. Kutatásaink célja nagy érzékenységű, színállandó, gyorsan kivitelezhető sorozatelemzési módszer kidolgozása volt. Figyelembe véve egyes reagensek beszerzési nehézségeit, olyan vegyületeket igyekeztünk kiválasztani, amelyek — még ha importáruk is — itthon könnyen beszerezhetők.

Kísérleti rész

Készülékek

Vizsgálatainkhoz főként az üzemi laboratóriumokban is megtalálható magyar Uvifot-fotométert, továbbá egyes esetekben a Pulfrich-fotométert, néhány méréshez (elsősorban az abszorpciós maximumok kikeresésére) pedig a francia Maroc-II. típusú spektrofotométert használtuk.

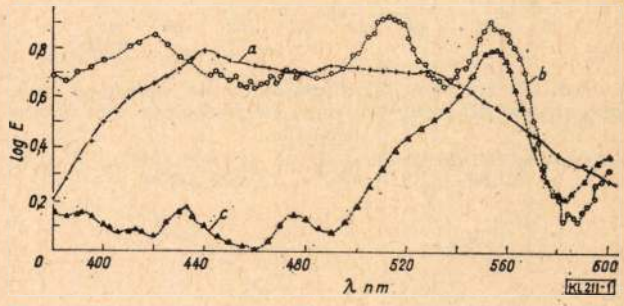
Reagensek

Az első vizsgálatokat o-dianizidinnel végeztük. A vegyület a V^{5+}-tel oxidációs reakcióban élénk vörös színű szemikinoidális vegyületet ad., amelynek abszorpciós maximuma 440 mm-nél van [5]. Ezt az Uvifot-fotométerrel a 436 mm-es hullámhosszal, a Pulfrich-fotométerrel pedig a 470 mm-es hullámhosszal tudtuk megközelíteni.

* 1964 májusában az OMBKE rendezésében tartott Anyagvizsgáló Napokon elhangzott előadás

Amint az *1. ábrából* is látható, a fényabszorpció görbéje a 430—480 nm tartományban mintegy síkmetszeten halad át, így e tartományon belül közel azonos érzékenységgel mérhető.

A p-amino-N,N-dimetilanilin-hidrokloriddal a V^{5+} élénk püspöklila színű, valószínűleg ugyancsak kinoidális szerkezetű vegyületté (p-dimetil-kinon-diimid-kloriddá) oxidálódik. A reakciótermék abszorpciós görbéjén (l. ábra *b* görbe) két közel azonos nagyságú maximum jelenik meg 512 és 552 nm-nél. Ezt az Uvifot-fotométerrel az 510 nm-es szűrőbeállítással lehet megközelíteni.



1. ábra. A használt reagensek abszorpciós spektrumai a 380—600 nm-es hullámhossz-tartományban (1 μg V/ml koncentrációjú oldat)

a o-dianizidin, *b* p-amino-N, N-dimetilanilin. HCl, *c* 3,3'-diaminobenzidin

Az igen sokoldalúan felhasználható 3,3'-diaminobenzidin [8] pedig narancsvörös vegyületté oxidálódik már kis mennyiségű vanádium hatására is. A vegyület abszorpciós maximuma (1. ábra *c* görbe) 555 nm-nél van, amely az Uvifot-fotométerrel elég nehezen megközelíthető 546 nm-en lehet mérni, de ekkor az érzékenység jelentősen kisebb, mint a maximumon.

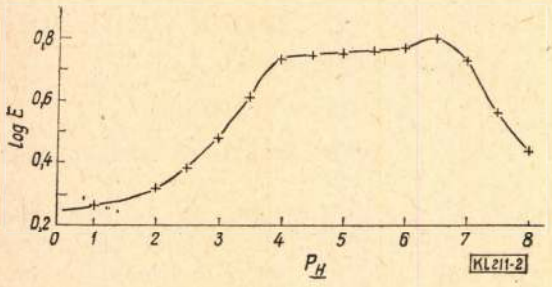
A mérések optimális körülményeinek vizsgálata

A reakciók lefutására nagy hatású az oldat p_H-ja. Az o-dianizidinnel kapcsolatos problémákat korábbi közleményeinkben [9], [10] már ismertettük, itt csupán azt jegyezzük meg, hogy a méréseket 6 n kénsavasközegben kell végezni, ez a szemikinoidális vegyület felé tolja el a reakció egyensúlyát.

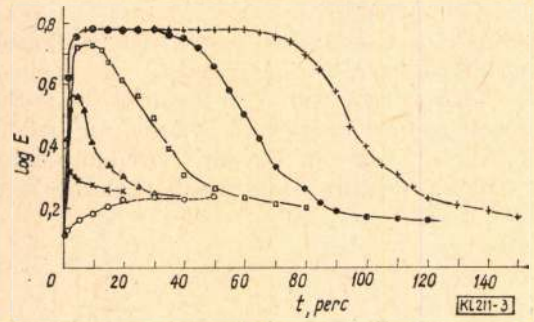
A p-amino-N,N-dimetilanilin használatára a színintenzitás és p_H közötti összefüggést a *2. ábra* mutatja. A $p_H = 4$ — 6,5 tartományban mutat a színintenzitás maximumot, ennél savanyúbb vagy lúgosabb oldatban rohamosan csökken.

A 3,3'-diaminobenzidines mérések ugyancsak savanyú, $p_H < 2$ közeget kívánnak.

A p_H nem csupán a színintenzitás kialakulását változtatja meg, hanem nagy hatása van

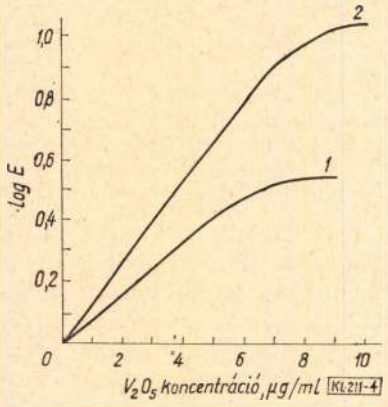


2. ábra. A színintenzitás és a p_H összefüggése p-amino-N, N-dimetilanilinos méréskor



3. ábra. A színintenzitás állandósága az időben a savkoncentráció függvényében p-amino-N,N-dimentilanilines méréskor

+ kénsav nélkül, ● 0,00005 n H_2SO_4, □ 0,0005 H_2SO_4, △ 0,001 nH_2SO_4, × 0,01 nH_2SO_4, ○ 0,01 nH_2SO_4



4. ábra. A V_2O_5-koncentráció és az extinkció összefüggése a használt reagensekkel
1-dianizidin, *2* p-amino-N,N-dimetilanilin

a színállandóságra is. Az előbbiekben vázolt optimális p_H-n a színállandóság a leghosszabb.

A *3. ábrán* a p-amino-N,N,-dimetilanilin időállandósági görbéit mutatjuk be a savkoncentráció függvényében. Jól látható, hogy nagyobb savkoncentrációkon a színintenzitás igen rövid idő alatt lecsökken és a maximumok is — a 2. ábrának megfelelően — kisebb extinkción jelentkeznek. Mivel a színintenzitás állandósága mintegy 40—45 perc, sorozatelemzések kényelmesen végezhetők.

Az o-dianizidinnel végzett mérések színállandósága ugyancsak a maximum kialakulásától számított 40 perc, rosszabb a helyzet a 3,3'-diamino-benzidinnél, amellyel az idő — a nem egészen sztöchiometrikus reakció miatt is — 10—15 percre csökken.

A maximális színerősséget a reagens hozzáadásától számított 7—10 perc után éri el, kivéve a 3,3'-diaminobenzidint, ahol a reakció 3—4 perc alatt lejátszódik.

A Lambert—Beer-törvény követését vizsgálva a *4. ábra* görbéit kaptuk. Látható, hogy az o-dianizidin-nel a kis vanádáium-koncentrációk tartományában, mintegy 5 µg V_2O_5 ml-ig, a log E-koncentráció összefüggés lineáris, azon túl a kiértékelés már nehézzé válik. A p-amino-N,N-dimetilanilin vizsgálatakor hasonló eredményeket kaptunk, de 6,5 µg V_2O_5/ml-ig az összefüggés lineáris.

A mérések érzékenysége, pontossága

A mérések aránylag széles koncentrációtartományban végezhetők. Az érzékenység meghatározására szolgáló kísérletek eredményeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

1. táblázat

A vanádium-meghatározás érzékenysége

Reagens	Meghatározható legkisebb koncentráció, µg/ml	
	Pulfrich-fotométer 20 cm rétegvastagság	Uvifot-fotométer 1 cm rétegvastagság
o-dianizidin	0,01	0,15
p-amino-N,N-dimetilanilin	0,001	0,01
3,3'-diaminobenzidin	0,85	2,10
Hidrogénperoxid [11]	0,40	—

Érzékenység szempontjából — de a nem sztöchiometriásan lejátszódó reakció miatt is — a 3,3'-diaminobenzidin kis mennyiségű vanádium meghatározására kevéssé alkalmas.

A mérések pontosságát nagyszámú méréssel, részben törzsoldatok segítségével, részben pedig technikai oldatokkal, addicionált vanádiummal határoztuk meg. Néhány mérés eredményét a *2. táblázat* tartalmazza, amelyből megállapítható, hogy a pontosság a p-amino-N,N-dimetil anilinnel végzett mérésekben 4—5 rel. %, az o-dianizidinnal pedig 5—7 rel. %.

2. táblázat

Vanádium fotometrálásának pontossága

Bevitt V_2O_5, µg	o-dianizidinnel kapott V_2O_5, µg	Eltérés, rel. %	p-amino-N, N-dimetil-anilinnel kapott V_2O_5, µg	Eltérés, rel. %
3,570	3,648	+2,2	3,622	+1,5
2,678	2,767	+3,3	2,601	—2,9
1,785	1,693	—5,1	1,702	—4,8
1,250	1,197	—5,0	1,276	+2,1
0,893	0,839	—6,4	0,931	+4,3
0,535	0,566	+5,9	0,554	+3,6
0,357	0,333	—6,7	0,370	+3,7
0,178	0,186	+5,0	0,183	+2,8
0,089	0,094	+5,6	0,085	—4,5

A hiba részben a fotométer objektívjének hibájából (a fotocella, illetve az erősítő érzéketlenségéből), részben a grafikus kiértékelésből adódik.

V^{5+} és Cr^{6+} elválasztása extrakcióval 3. táblázat

A kiindulási oldat V^{5+}-tartalma, μg	Extrahált V^{5+} a kloroformos fázisban						Összes extrahált V^{5+}	
	I. extrakció		II. extrakció		III. extrakció			
	μg	%	μg	%	μg	%	μg	%
0,500	0,476	95,3	0,015	3,0	—	—	0,491	98,3
1,000	0,955	95,5	0,030	3,0	—	—	0,985	98,5
2,000	1,908	95,4	0,065	3,3	0,010	0,5	1,983	99,2
4,000	3,793	94,8	0,140	3,5	0,050	1,3	3,983	99,6
7,500	7,053	94,1	0,255	3,4	0,170	2,3	7,478	99,8

Zavaró ionok hatása; elválasztások

Mindegyik reagensre a gyakorlati alumíniumoxid- és bauxit oldatokban előforduló többi ion hatását is megvizsgáltuk. Így megállapíthattuk, hogy az Al^{3+}, Cu^{2+}, Ti^{4+} és Zn^{2+} ionok egyik meghatározást sem zavarják, míg a Cr^{6+} és Fe^{3+} ionok mindegyik reagenst színes vegyületté oxidálják. A vanádium meghatározásához tehát a Cr^{6+}-t és Fe^{+3}-t feltétlenül el kell választani. Az elválasztás háromféle módszerrel végezhető.

Legegyszerűbb a kupferronos lecsapás [12]. Ennek során a Cr^{6+} (s vele az Al^{3+}, Zn^{2+} stb.) ionok oldatban maradnak, a Fe^{3+} és V^{5+} (valamint az esetlegesen jelenlevő V^{4+}) ionok pedig kupferronátként leválnak. Ha kevés a vastartalom, akkor a vanádium mennyiségi leválasztására Fe^{3+}-ionokat kell az oldathoz adnunk. A csapadékból a vanádium könnyen kioldható (a Fe^{3+} csapadékban marad) és mérhető [10].

Másik lehetőség az extrakciós elválasztás, amely igen gyors módszer. A vizes oldatból o-oxikinolinos-kloroformos fázissal 1—2 perc alatt a vanádium kioldható, a kloroformos fázisból azután meghatározható.

Méréseink azt mutatták, hogy egyszeri extrakció kevés, különösen nagyobb, 5—10 μg-nyi vanádiumra. Az első extrakció során az összes vanádiumnak mintegy 94—96%-a az extraktumban dúsul fel, ezt követően a második extrakció további 3—4%-ot old ki, s gyakorlatilag három extrakcióval a teljes vanádiummennyiség kinyerhető *(3. táblázat)*.

Amikor a vizsgált oldat Cr^{6+}-t nem tartalmaz, a Fe^{3+}-tól való elválasztás diizopropiléteres extrakcióval is megoldható [6].

A harmadik lehetőség az ioncserélő oszlopon végzett elválasztás. E célra *Ariel* és *Manka* [5] az Amberlite IR—120 elnevezésű erősen savas, H-formájú kationcserélőt ajánlották. Vizsgálatainkban mind ezzel a gyantával, mind Dowex 1 × 8-as, aniongyantával végeztünk elválasztásokat. Az Amberlite-gyantához 50 ml kénsavas oldatot használtunk kb. 1,0—2,5 ml/perc átfolyási sebességgel (150 mm hosszú, 15 mm Ø oszloppal). A felöntött oldat átcsepegése után kétszer 50—50 ml desztillált-vízzel mostunk, majd kétszer 50—50 ml 0,1 n savval eluáltuk a vanádiumot és végül még egy savas mosással a gyanta eredeti állapotát visszaállítottuk. Hasonló sorrendben mértünk a Dowex-gyantával is, de sósavas oldatból indultunk ki. Az oszlop ugyancsak 150/15 mm-es volt, az átfolyási sebesség pedig 1,0 ml/perc. A kapott oldatokat különkülön gyűjtöttük, kénsavval bepároltuk és 50 ml-es törzsoldatokat készítettünk belőlük. Az oldatok fotometrálása a *4. táblázathoz* vezetett. Az 552 nm-en, p-amino-N, N-dimetil-anilin reagenssel fotometráltunk. (A törzsoldat készítése során az oldatokat ammóniumhidroxiddal semlegesítettük.)

4. táblázat

V^{5+} és Cr^{6+} ioncserés elválasztása

Felviteli sorrend	Oldat	Amberlite IR-120		Dowex 1×8	
		V^{5+}, μg	Cr^{6+}, μg	V^{5+}, μg	Cr^{6+}, μg
1	A V^{5+}-ot és Cr^{6+}-ot tartalmazó oldat	—	2,97	—	2,96
2	1. deszt. vizes mosás	—	0,02	—	0,02
3	2. deszt. vizes mosás	—	0,00	—	0,00
4	1. savas V^{5+} elúció	0,63	—	1,46	—
5	2. savas V^{5+} elúció	2,01	—	1,28	—
6	Savas mosás a gyanta eredeti állapotának visszaállítására	0,45	—	0,25	—
	Összesen	2,99	2,99	2,99	2,99

A kiindulási oldat 3 μg V^{5+}-ot és 3 μg Cr^{6+}-ot tartalmazott. Az Amberlite-gyantára n H_2SO_4-as, a Dowex-re 9 n HCl-as oldatot öntöttünk fel. Valamennyi oldat (mosóvíz is) 50—50 ml térfogatú volt.

Az eredmények azt mutatták, hogy az elválasztás pontosan elvégezhető, de a vanádium eluciójára háromszor 50 ml eluáló oldatot kell az oszlopra vinni, amely oldatok azután — természetesen — együttesen is mérhetők. Több ilyen elválasztással jól reprodukálható eredményeket kaptunk.

A módszer alkalmazása alumíniumoxid-alumíniumipari elemzésekhez

Az o-dianizidines és p-amino-N,N-dimetil-anilines mérésekkel bauxitokból, vörösiszapokból, alumíniumoxidokból és néhány fémből vett mintát elemeztünk meg. Az alumíniumoxidra, mivel a Cr^{6+}-tartalma 10^{-5}%-nál kevesebb volt, nem kellett elválasztást használnunk, a többi esetben azonban részben a kupferronos, részben az extrakciós, illetve az ioncserés elválasztással elemeztünk.

A vizsgált anyagból 2,5 g-ot mértünk be és feltárás, illetve feloldás után 250 ml kénsavas (illetve a Dowex-gyantás ioncseréhez sósavas) törzsoldatot készítettünk. E törzsoldatból 50, illetve 100 ml-t főzőpohárban néhány csepp H_2O_2-al oxidáltunk, majd az oldatot forraltuk, kissé bepároltuk. Lehűlés után 100 ml-es mérőlombikba vittük, 2 ml 1%-os reagensoldatot adtunk hozzá és fotometráltuk. (A p-amino-N,N-

5. táblázat

Alumíniumoxid-alumíniumipari termékek vanádiumtartalmának vizsgálata

Minta neve	Vizsgálati módszerek				Ellenőrző módszerek				Eltérés, rel. %
	o-dianizidin reagenssel		p-amino-N,N-dimetilanilin		H_2O_2 [11]		Potenciometriásan [2]		
	V_2O_5								
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	
Magyar bauxitok									
B-1	2,150	0,0860	2,125	0,0850	2,055	0,081	2,097	0,084	3,5
B-2	1,825	0,0732	1,825	0,0732	1,626	0,065	1,843	0,074	5,2
B-5	2,525	0,1010	2,475	0,0990	2,404	0,096	2,461	0,099	0,7
Guineai bauxitok									
1 (nyers)	2,700	0,1081	2,672	0,1069	2,622	0,105	2,698	0,108	1,0
2 (kezelt)	3,149	0,1263	3,226	0,1290	3,124	0,125	3,252	0,130	0,0
Magyar alumíniumoxid									
MT-1	0,160	0,0064	0,162	0,0065	—	—	—	—	—
MT-3	0,100	0,0040	0,100	0,0040	—	—	—	—	—
AF-2	0,137	0,0055	0,125	0,0500	—	—	—	—	—
Kínai alumíniumoxid Shantung	0,060	0,0024	0,063	0,0025	—	—	—	—	—
Vörösiszapok									
V-3	3,172	0,1270	3,130	0,1252	3,226	0,129	3,328	0,113	3,3
V-5	2,800	0,1121	2,852	0,1143	2,752	0,110	2,903	0,116	0,0
V-6	3,349	0,1342	3,252	0,1300	3,178	0,127	3,277	0,131	0,9

Az eltérést a két fotometriás vizsgálati módszer átlagértéke és az ellenőrző módszerek átlagértéke között számoltuk.

Minta neve	o-dianizidin		p-amino-N,N-dimetilanilin		H_2O_2-vel[11]		Eltérés, rel. %
	V						
	mg	%	mg	%	mg	%	
Alumínium fém							
A-1	0,015	0,030	0,014	0,028	0,025	0,05	40
A-3	0,019	0,038	0,018	0,036	0,025	0,05	24
A-4	0,011	0,022	0,013	0,026	—	—	—
A-7	0,004	0,008	0,005	0,010	—	—	—

Ellenőrzésre a H_2O_2-es módszert használtuk, de érzéketlensége miatt a mérések eltérése rendkívül nagy.

dimetilanilines mérésekhez ammóniás semlegesítést is végeztünk[1]). Mérési eredményeinkből néhányat az *5. táblázatban* mutatunk be:

Ellenőrző vizsgálatként a kis koncentrációkon (alumíniumoxid, Al-fém) az addíciós módszert, a nagyobb vanádiumtartalmú mintákkal (bauxit, vörösiszap) a potenciometrikus titrálást, illetve összehasonlításul még a hidrogénperoxidos fotometrálást használtuk fel [1], [2], [11].

A mérések alapján megállapítható, hogy az új reagensekkel a fotometriás vanádium-meghatározással jobb eredmények érhetők el, mint a korábbi hidrogénperoxidos módszerrel. A megnövekedett érzékenység lehetővé teszi olyan minták vizsgálatát is, amelyeket eddig nem, vagy csak nagyon pontatlanul tudtunk meghatározni. A nagy érzékenység, az egyszerű és aránylag gyors kivitelezhetőség és a hosszú színállandóság mindkét reagenssel a módszert sorozatelemzésre alkalmassá teszi.

Befejezésül még e helyen is szeretnénk köszönetet mondani *Major Gabriella* és *Galamb Istvánné* tud. munkatársaknak az ioncserés mérésekkel kapcsolatos segítségükért, *Posgay Györgyné* tud. munkatársnak az alumíniumoxidok króm-tartalmára vonatkozó kiegészítő vizsgálataiért, *Fehér Iván* laborvezetőnek (Conakry—Kassa) a guineai bauxitmintákért és *Sarkady Sándorné* technikusnak a munkában nyújtott segítségért.

[1] A részletes munkamenetet korábbi közleményünkben ismertettük [9].

IRODALOM

[1] *Metlenko S.—Klug O.:* Fémipari Kutató Intézet Közleményei, 6. 327. o. (1962).
[2] *Posgay Gy.-né—Zsindely S.—Zombory L.:* Egységes vegyvizsgálati módszerek alumíniumoxid-gyárak és bauxitbányák laboratóriumai számára. 2. kötet. Fémipari Kutató Intézet, Budapest. 1962.
[3] *Minczenski, J.—Skorko—Trybula, Z.:* Chem. Anal. (Warszawa). 6. 377. o. (1961).
[4] *Bhattacharya, G. C.:* Sci. Ind. Research, B20. 351. o. (1962).
[5] *Ariel, M.—Manka, J.:* Anal. Chim. Acta. 25. 248 (1961).
[6] *Dean, G. A.—Herringshaw, J. F.:* Analyst, 86. 106. o. (1961).
[7] *Janauer, G. E.—Korkisch, J.:* Talanta, 8. 569. o. (1961).
[8] *Broad, W. C.—Barnard, jr., A. J.:* Chemist-Analyst, 50. 124. o. (1961).
[9] *Klug O. N.—Metlenko A.—Bellomo A.:* Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat., 9. 331. o. (1963).
[10] *Klug O.—Metlenko S.:* Kohászati Lapok, 97. 345. o. (1964).
[11] *Babko, A. K.—Pilipenko, A. T.:* Kolorimetriás analízis. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1953.
[12] *Fajnberg, Sz. Ju.—Filippowa, N. A.:* Analiz rud cvetnüh metallov. 2. kiadás. Metallurgizdat, Moszkva, 1963.

A kifejlesztéses kénmeghatározás újabb módszerei*

SPAUSZUS, SIGMAR és SCHWARZ, CLAUS
Magdeburg

DK 669.1:669.017:543.7

Bevezetés

Az ötvözetlen acél és nyersvas kéntartalmának a kifejlesztéses eljárással való meghatározásakor túlnyomórészt *Schulte* [1] szerint dolgoznak; a végső meghatározást gravimetriásan, vagy *Reinhardt* [2] szerint jodometriásan végzik. A próbát sósavban oldják és a keletkező kénhidrogént kvantitative kadmiumacetát oldatot tartalmazó előtétbe vezetik, ahol kadmiumszulfid válik ki.

A későbbi gravimetriás meghatározáskor a kadmiumszulfidot rézszulfát oldat adagolásával réz-(II)-szulfiddá alakítják, ez utóbbit leszűrik, oxidálással elhamvasztják, és CuO-alakban mérik. A térfogatos meghatározáskor a kadmiumszulfidhoz fölös mennyiségű, beállított jódoldatot adagolnak és a felesleges jódot nátriumtioszulfáttal visszatitrálják. A kifejlesztéses Schulte-eljárásnak a felsoroltakon kívül még számos kiviteli módja ismeretes, de ezek a gyakorlatban nem tudtak elterjedni [3]—[5].

Mind a gravimetriás, mind a jodometriás eljárás nehézkes és sok a hibalehetősége, ezért célszerűnek látszott a kifejlesztéses eljárás befejezésére újabb utat keresni, felhasználva az analitika utolsó 10 év alatt elért eredményeit.

A komplexometriás kénmeghatározás [6]

A kadmiumot nagyon biztosan és kényelmesen lehet komplexometriásan meghatározni [7], [8]. Így kézenfekvő volt ezt a módszert a kénmeghatározásra is használni. A kén a szokásos módon fejlesztettük ki és kénhidrogén alakjában kadmiumacetát oldatba vezettük. A kicsapódó kadmiumszulfidot leszűrtük és mosás után savban oldottuk. A kénhidrogén kiforralása után a kadmiumot vanádium-komplexonátos indikátorrendszer jelenlétében komplexon III (EDTE) mérőoldattal titráltuk [9].

Két körülményre kellett figyelnünk. Egyes szerzők megállapítása szerint a kadmiumszulfid az adott kísérleti körülmények között nem válik ki sztöchiometriai összetétellel. Mivel a kéntartalmat a kadmium titrálásából közvetve határozzuk meg, ha a csapadék összetétele bizonytalan lesz, akkor a módszer használhatósága is kérdésessé válik. Figyelembe kell venni, hogy a kadmiumszulfid oldhatósága 20 C°-os vízben $1{,}3 \cdot 10^{-4}$ g/100 ml. Az oldhatóság fölös kadmiumsó jelenlétében visszaszorítható. Tovább csökkenthetjük a csapadék oldékonyságából eredő hibát, ha a kimosást gonddal végezzük.

A meghatározást ötvözetlen acélból és nyersvasból, az alábbi előírás szerint végeztük.

* A „DAMW Német Mérésügyi és Áruellenőrző Hivatal Fémkémiai Ellenőrző Állomása, Magdeburg" közleménye. Előadásként elhangzott Balatonszéplakon az OMBKE által 1964. május 26—28. között rendezet III. Anyagvizsgáló Napokon.

A szükséges oldatok

a) Kadmiumacetátoldat

5 g Cd $(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ (kadmiumacetát) 40 g $CH_3COONa—3H_2O$ (nátriumacetát) és 20 ml jégecet vízben oldandó 1000 ml-re.

b) Pufferoldat (pH 6—7)

500 g ammóniumacetátot 50 ml jégecettel vízben oldunk 1000 ml-re. A pH értéket kevés NaOH-val 6 és 7 közé állítjuk be.

c) 0,01%-os metilénkék-oldat

0,1 g metilénkéket oldunk 1000 ml H_2O-ban.

d) 0,5%-os difenilkarbazon-oldat

0,5 g difenilkarbazont oldunk 100 ml etanolban.

e) Vanádiumkomplexonát [9]

11,7 g ammóniumvanadátot és 37,2 g komplexon III-at melegítés közben oldunk 45 ml 10%-os nátriumhidroxid oldatban. Feloldódás után 6 ml 96%-os ecetsavval elegyítjük, összekeverjük az oldatot 1000 g porított káliumnitráttal és a masszát folyamatos keverés közben 80 C°-on beszárítjuk. Szárítás után dörzscsészében újra finom porrá törjük.

f) 0,01 M-os komplexon III (EDTE)-mérőoldat 3,722 g komplexon III-at ($a\ C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_2O$ etiléndiamintetraecetsav dinátriumsója) vízben oldunk és mérőlombikban 1000 ml-re töltjük fel.

A vizsgálat menete

A kéntartalomtól függően 5—10 gramm anyagot mérünk be valamely kifejlesztő készülék oldólombikjába. Első előtétként egy kb. 300 ml-es Erlenmeyer-lombikot használunk, amelybe előzetesen 100 ml vizet töltöttünk. Ehhez két abszorpciós lombik csatlakozik, amelyek egyenként 50 ml *a* kadmiumacetát oldatot tartalmaznak. A beméréshez egy csepegtető tölcséren keresztül fokozatosan 100 ml 1,19-es sósavat adagolunk. A kezdeti oldódás után a lombikot kis lánggal a próba teljes oldódásáig melegítjük; majd nagy lánggal — mintegy 10 percig — a kénhidrogén teljes kihajtásáig forraljuk; a készüléket ezalatt széndioxiddal öblítjük. Az előtétben kicsapódó kadmiumszulfidot közepes keménységű szűrőpapíron szűrjük és összesen 100 ml 2%-os nátriumacetátoldattal kimossuk. Ezután a csapadékot kb. 5 ml 1 : 5 hígítású sósavval leoldjuk a szűrőről és vízzel alaposan kimossuk. Az oldatban levő kénhidrogént kiforraljuk. Kihülés után 25 ml *b* pufferoldatot adunk hozzá és indikátorpapírral ellenőrízzük a pH-értéket, amelynek 6 és 7 között kell lennie. Ha a pH ennél kisebb, néhány csepp nátronlúggal helyesbítünk. Ezt követően, egymás után 2 ml 0,01%-os vizes metilénkék-oldatot *c*, 2 ml 0,5%-os alkoholos difenilkarbazon-oldatot *d*

és kb. 1 g szilárd vanádiumkomplexonátot *e* adagolunk, majd az *f* (EDTE)-mérőoldattal titrálunk a vörösből-kékeszöld színváltozásig. 1 ml 0,01 M-os komplexon III oldat 0,3206 mg kénnek felel meg.

A módszert DAMW különböző, ismert kéntartalmú normálpróbáin ellenőríztük. Amint ez az *1. táblázatból* is kitűnik, az eredmények igen jól reprodukálhatók. A bizonylatban megadott adattól való eltérés mindenkor a megengedhető határok között maradt. A kadmiumszulfid csapadék nem sztöchiometriai összetételére, valamint annak túlságosan nagy oldhatóságára vonatkozó aggodalmak eszerint nyilván alaptalanok.

1. táblázat

A komplexometriás kénmeghatározás eredményei

A próba jele és kéntartalma, %	Bemérés, g	ml titrált	Kéntartalom, (mért) %
NP 61	5	4,85	0,0311
0,032%	5	4,95	0,0317
	5	5,10	0,0327
			0,0318
NP 42	5	15,35	0,0983
0,098%	5	15,20	0,0976
	5	15,30	0,0981
			0,0980
NP 57	5	4,20	0,0269
0,027%	5	4,25	0,0272
	5	4,35	0,0279
			0,0273
NP 64	10	2,50	0,0080
0,009%	10	2,60	0,0083
	10	2,65	0,0086
			0,0083
NP 83	2	12,60	0,201
0,197%	2	12,35	0,198
	2	12,50	0,200
			0,200

0,01 M-os EDTE-oldat
1 ml = 0,3206 mg S

A meghatározás gyorsan elvégezhető, mivel a csapadék gyorsan és kényelmesen szűrhető. A komplexometriás titrálásnak előnye az átcsapás élessége, valamint 0,01 M-komplexon III mérőoldatnak a titerállandóság és közvetlen bemérésével való elkészítése. Összefoglalva megállapítható, hogy a leírt módszer a kénnek kényelmes és megbízható térfogatos meghatározását teszi lehetővé.

A radiometriás kénmeghatározás [10]

A kadmiumszulfid alakban leválasztott kén meghatározása lehetségesnek látszott. A ^{115}Cd-ban ugyanis erre a célra megfelelő radioaktív izotóp áll rendelkezésünkre. A ^{115}Cd béta- és gammasugarak kibocsátása közben előbb ^{115}In-má bomlik, amely tovább bomlik a stabilis ^{114}Sn izotóppá [11]. A kadmiumizotóp bomlásának $T_{1/2} = 43$ d felezési ideje kedvezőnek mondható. A kibocsátott béta-részecskék maximális energiáját 1,6 MeV-nek adják meg: A gamma-sugárzás 0,5 és 1,3 MeV közötti energiájú. Az elsődlegesen képződő ^{115}In bomlásának $6 \cdot 10^{14}$ igen nagy felezési idejére való tekintettel a radioaktiv rendszerben az eredeti ^{115}Cd mellett gyakorlatilag csak ^{115}In található, amely a kénhidrogénnel szemben a kadmiumhoz hasonlóan viselkedik.

A radiometriás meghatározásra elvben két lehetőség adódik. Mindkét esetben ecetsavas, pufferolt kadmiumacetátoldattal kell megtölteni az abszorpciós előtéteket, miközben a $Cd_{összes}$ kadmiumkoncentráció ismert. A ^{115}Cd-sóoldat hozzáadása után meghatározzuk az $A_{összes}$ fajlagos aktivitást. A kénhidrogént a szokott módon az előtétbe vezetjük, miközben a megfelelő mennyiségű kadmiumszulfid kicsapódik.

Az I. megoldás szerint ezután szűrűnk, a csapadékot mosással meg nem kötött kadmiumionoktól megszabadítjuk, a szűrőn oldjuk és mennyiségileg egy mérőlombikba gyűjtjük. Mérjük az A_s fajlagos aktivitást. Az ismeretlen kadmiumkoncentráció, amely arányos a bevezetett kénhidrogéntartalommal, a

$$Cd_x = \frac{A_s}{A_{összes}} \cdot Cd_{összes}$$

képletből adódik. Mivel 1 mg Cd 0,285 mg S-nek felel meg, a bemért próbamennyiség ismeretében a kénszázalékra való átszámítás könnyen megoldható.

A II. megoldás szerint az abszorpciós oldatot száraz papírszűrőn szűrjük és a szüredék egy részén mérjük az A_R fajlagos aktivitást; a szüredék első részleteit eldobjuk. Szűrés helyett centrifugálni is lehet. A megkötött kadmium koncentrációját ilyenkor a

$$Cd_x = 1 - \frac{A_R}{A_{összes}} \cdot Cd_{összes}$$

képletből határozhatjuk meg.

Egyik esetben sem szabad az abszorpciós előtétben levő kadmium mennyiségét túlságosan nagyra választani. A kicsapódó kadmium mennyiségének kb. háromszorosa szükséges ahhoz, hogy az A_s, A_R, illetve $A_{összes}$ fajlagos aktivitások ne adjanak annyira különböző beütésszámokat, amelyek már a számlálóberendezés holtidő-korrekcióját tennék szükségessé. Saját kísérleteinkből az tűnik ki, hogy már $Cd_{összes} = 2 \cdot Cd_x$-el is biztosítva van a bevezetett kénhidrogén kvantitatív megkötése.

Az I. megoldásnak a komplexometriás meghatározással szemben nincsen előnye, mert a szulfidcsapadék szűrése és oldása körülményes, illetve járulékos hibákkal terhes. A meghatározásokat így kizárólag a II. megoldás szerint végezzük, amely viszont egyszerűségével és gyorsaságával igen kedvezőnek bizonyult.

A vizsgálat menete és a szükséges oldatok

a) Cd-abszorpciós oldat: 1,000 g tiszta (99,95%) kadmiumot kevés 1 : 1 HNO_3-ban oldunk és óvatosan, éppen csak száradásig bepároljuk.

A sót vízzel 1 literes mérőlombikba öblítjük, amelybe előzőleg kb. 500 ml, vízben oldott 75 g CH_3COO-$Na \cdot 3H_2O$-t és 35 ml jégecetet tettünk. Ezután a lombikot vízzel jelig töltjük fel. Az abszorpciós oldat 1 millilitere 1,00 mg Cd-t tartalmaz. A Cd-tartalmat komplexometriásan ellenőrizhetjük.

b) ^{115}Cd-oldat: Fémes ^{115}Cd-t (esetünkben 180 mg-ot kb. 1 mC aktivitással) 2 ml 1:1 HNO_3-ban oldunk és a fölös HNO_3-at infravörös sugárzóval óvatosan melegítve eltávolítjuk. A sómaradványt vízzel egy 100 ml-es mérőlombikba öblítjük. E törzsoldatnak H_2O-val való további higításával olyan oldatot készítünk, amelyből 10 ml 45 ml H_2O-ban kb. 5000 imp/perc számlálóbeütésszámot eredményez. Ilyenkor a ^{115}Cd mennyisége már oly csekély, hogy a $Cd_{összes}$-ben már nem kell figyelembe venni.

Mérőeszközök

A sugárzás intenzitását a VEB Vakutronik, Dresden cég VA-M-16 típusú mérőberendezésével, illetve egy kb. 15 ml befogadóképességű VA-Z-430 típusú folyadékszámlálócsővel mértük. Egy-egy mérést 10 percig végeztünk.

A kifejlesztésre a komplexometriás kénmeghatározáskor már ismertetett, szokásos készüléket használtuk. Abszorpciós előtétként két, egyenként kb. 150 ml űrtartalmú gázmosópalack szolgált, amelyek közül a második csak a teljes megkötődést ellenőrizte.

A kéntartalomtól és a beméréstől függően, az *a* abszorpciós oldatból 25,00—35,00 ml-t adunk bürettából az első abszorpciós előtétbe, majd pontosan 10 ml *b* ^{115}Cd-oldatot pipettázunk hozzá. Ezután bürettából annyi H_2O-t adagolunk, hogy az össztérfogat 55,00 ml legyen. Alapos átkeverés után 5 ml-t kipipettázunk és egy olyan 50 ml-es üvegpohárba tesszük, amelyben pontosan 10 ml H_2O van. Keverés után meghatározzuk a $z_1 = z_1' - z_0$ beütésszámot, amelyből az abszorpciós oldat fajlagos aktivitása az $A_{összes} = 3 \cdot z_1$ összefüggésből adódik. A visszamaradó 50 ml abszorpciós oldat $Cd_{összes}$ értéke az ismert Cd-tartalomból számítható.

A kéntartalomtól függően 5 vagy 10 g próbaanyagot bemérünk a kifejlesztő lombikba, hozzáadunk 150 ml 1,19-es HCl-t és kis gázlánggal melegítjük. Kevéssel a próba feloldása előtt lassú áramlással CO_2-t vezetünk át a készüléken és végül a vízzel töltött előtétet forrásig hevítjük. Az abszorpciós előtét tartalmát ezután egy közepes áteresztőképességű, száraz papírszűrőn leszűrjük. Az első szüredéket eldobjuk és a későbbi szüredék kb. 15 ml-ét az $A_{összes}$ meghatározására használt számlálócsőbe töltjük. A $z_2 = z_2' - z_0$ beütésszám A_R-nek felel meg és a meg nem kötött kadmium mennyiségével arányos. A mért értékekből a kivált kadmium mennyisége kiszámítható. Mivel 1 mg Cd 0,285 mg S-nek felel meg, érvényes, hogy

$$S = 1 - \frac{A_R}{A_{összes}} \cdot Cd_{összes} \cdot \frac{28{,}5}{E} \%,$$

ahol $Cd_{összes}$ grammban helyettesítendő be; az E a bemért próbaanyag mennyisége, ugyancsak grammban.

A CdS $1{,}3—10^{-4}$ g/ml mértékben oldódik a 20 C°-os vízben [12]. A 10 g bemért próbaanyag és az 50 ml abszorpciós folyadékkal ez az oldhatóság legfeljebb 0,00016% negatív hibát okozhatna, vagyis elhanyagolhatóan kicsiny lenne. Ismert kéntartalmú próbákon végzett kísérletek azonban lényegesen nagyobb hiányokat mutattak ki. Fel kellett tételezni, hogy a CdS-nek az ecetsavas abszorpciós folyadékban jóval nagyobb az oldhatósága, mint tiszta vízben. Mivel az irodalomban nem találtunk közelebbi adatokat, a megfelelő oldhatósági vizsgálatokat ^{115}Cd-vel jelzett CdS-el végeztük. $5{,}5—10^{-4}$ CdS/100 ml 10 g bemérés és 50 ml abszorpciós térfogatra 0,0006% S, illetve 5 g bemérésre 0,0012% S hiány adódik.

2. táblázat

A radiometriás kénmeghatározás eredményei

A próba jele és kéntartalma, %	Bemérés, g	Mért S-tartalom korrekció nélkül, %	Korrigált S-tartalom, %
NP 81	5	0,0312	0,0324
0,030%	5	0,0286	0,0298
	10	0,0273	0,0279
	10	0,0293	0,0299
	10	0,0304	0,0310
		0,0294	0,0302
NP 86	5	0,0458	0,0470
0,045%	5	0,0450	0,0462
	5	0,0426	0,0438
	5	0,0428	0,0440
		0,0440	0,0452
		0,0440	0,0452
NP 44	10	0,0200	0,0206
0,022%	10	0,0218	0,0224
	10	0,0217	0,0223
	10	0,0210	0,0216
	10	0,0211	0,0217
		0,0211	0,0217
NP GG	5	0,0860	0,0872
0,087%	5	0,0852	0,0864
	5	0,0868	0,0880
	5	0,0849	0,0861
	5	0,0854	0,0866
		0,0857	0,0869
107 A	5	0,0226	0,0328
0,024%	5	0,0230	0,0242
	10	0,0247	0,0253
	10	0,0244	0,0250
	10	0,0250	0,0256
		0,0239	0,0248

A *2. táblázat* foglalja ösze a radiometrikus kénmeghatározás DAMW-normálpróbákon kapott eredményeit. A CdS oldhatóságát figyelembe vevő korrekció után a mért értékek jól egyeznek a megadott kéntartalommal. Az *s* átlagos eltérés, mind a 40 egyedi meghatározás eredményéből számítva, $\pm 0{,}0012\%$ S-nek adódott; úgy, hogy ez az eljárás a többi használatos eljárásával kb. azonos pontosságúnak és reprodukálóképességűnek tekinthető. A végső meghatározás gyorsan és egy-

szerűen végezhető, a radioaktív izotópok használata olyan apparatív többletigénnyel jár, amely a módszer szélesebbkörű elterjedését feltehetően korlátozni fogja.

Összefoglaló

A kifejlesztéses eljárás megtartásával komplexometriás és radiometriás módszert dolgoztunk ki ötvözetlen acél, valamint nyersvas és öntöttvas kéntartalmának meghatározására. Mindkét módszer gyors, pontos és jól reprodukálható. Mivel éppen a komplexometriás meghatározásnak nincsen apparativ nehézsége, javasolható ennek a módszernek az eddigi gravimetriás vagy jodometriás kénmeghatározás helyett való bevezetése.

IRODALOM

[1] *Schulte, W.:* Stahl und Eisen 26 (1906), 985. o.
[2] *Reinhardt, C.:* Stahl und Eisen 26 (1906), 799. o.
[3] *Pinsl, H.:* Stahl und Eisen 44 (1924), 72. o.
[4] *Erdey L.* és *Inczédy J.:* Z. anal. Chem. 166 (1959), 410. o.
[5] *Bordoni, C.:* Ann. Chim. applicata 36 (1946), 89. o.
[6] *Spauszus, S.* és *Schwarz, C.:* Neue Hütte 8 (1963), 40, o.
[7] *Flaschka, H.:* Mikrochim. Acta 39 (1952), 38. o.
[8] *Pribill, R.:* Komplexometrie, 1. kötet, Leipzig 1960.
[9] *Sajó I.:* Publikálatlan magánközlés.
[10] *Spauszus, S.:* Z. anal. Chem. (közlése folymatban).
[11] *Kunz, W.* és *Schintelmeister, I.:* Tabellen der Atomkerne, I. rész, 1. kötet, Berlin 1958.
[12] *Perelman, W. I.:* Taschenbuch der Chemie Berlin 1959.

Könyvismertetés

Verő József: **Az ipari vasötvözetek metallográfiája II. Vaskohászati Enciklopédia IX/2.** Akadémiai Kiadó, 1964., 612 oldal, 964 ábra. Ára 120,— Ft.

Az 1964. júliusában megjelent kötet a szerző 1960-ban kiadott könyvének a folytatása.

A magyar szakirodalomban hézagpótlónak minősíthető könyv I. kötetét a szakemberek nagy haszonnal forgatják. A külföldi irodalomban sem található hasonló szempontok szerint felépített, nagy, alapossággal megírt összefoglaló fémtani munka.

A könyv a következő fő részekre tagolódik:

8. Öntött állapotú acél.
9. Az acél melegalakításának metallográfiai jelenségei.
10. Az acél hidegalakításának metallográfiai vonatkozásai.
11. Gázokkal érintkező izzó acélban végbemenő folyamatok.
12. Az öntöttvas metallográfiája.
13. A vasötvözetek és gyártmányok metallográfiai vizsgálatának módszerei.

„*Az öntött állapotú acél*" című fejezetben a szerző ismerteti az olvadt acél tulajdonságait, viszkozitását, felületi feszültségét, folyékonyságát, önthetőségét és ennek vizsgálati módszerét.

Ezután a formába öntött folyékony acél megszilárdulásáról, kristályosodásáról és a primér szövet kialakulására ható lehűlési sebességről van szó. A primér szövet fajtáit és láthatóvá tételének módját ismerteti meg az olvasóval, majd a primér szövetből átalakulás révén keletkezett szekundér szövetet jellemzi. Felhívja a figyelmet az acélöntvény átkrisályosító izzításának a szükségességére.

A továbbiakban a kokillába öntött tuskók kristályosodásának menetét, a primér kristályok képződését, a fogyás jelenségét, a fogyási üreg keletkezését és a dúsulások képződését ismerteti.

A következő rész a folyamatosan öntött acéltuskók kristályodására vonatkozó ismereteket foglalja össze, tehát a folyamatos öntés lényegét, az öntés folyamatosságát zavaró jelenségeket és a folyamatosan öntött acéltuskó szerkezetét tárgyalja.

„*Az acél melegalakításának metallográfiai jelenségei*" című fejezetben elsőnek az acélok melegen alakíthatóságát elemzi. Az acéloknak ez a tulajdonsága az alakítás módjától, az alakítási szilárdságtól, a képlékenységtől és a szerszámon való súrlódástól függ. Vizsgálatára nem annyira a szakítókísérlet, mint a nyomókísérlet használatos. A felvett diagram alapján az ellenállás nagyságáról kaphatunk tájékoztatást. A hajlítókísérlet is általánosan elterjedt és az alakváltozásai ellenállás mérésére a bemetszett próbatesttel végzett meleg hajlító-ütőmunka alkalmas. Leginkább azonban a meleg csavarókísérlet felel meg az acélok melegalakíthatóságának a vizsgálatára. Mindezekkel a módszerekkel nyert eredmények azonban a gyakorlatra csak közvetve és korlátozással vonatkoztathatók. Általános érvényességű összefüggések nem ismeretesek.

A következőkben az ötvözőelemek hatását ismerteti a melegalakíthatóságra. Elsősorban a karbon szerepét írja le, majd az ötvözőfémekét meleg csavaró kísérletek alapján.

A melegalakítás közben előforduló hibák közül a vörös törékenységre és melegtörékenységre tér ki bővebben.

Ezután a különféle szövetű acélok melegalakítása során megfigyelhető jelenségek ismertetése következik. Ha az acél a melegalakítás hőmérsékletén homogén, austenites állapotú, lehűlés után az anyag elmozdulása primér maratással figyelhető meg, amely a primér szövetet hívja elő.

Az austenit újrakristályosodásának tárgyalása után a melegen alakított acél szekundér szövetéről emlékezik meg, majd megvilágítja, hogy az öntött tuskóban levő dúsulások és üregek milyen jelenségeket hoznak létre az alakított acélban. A karbid-eutektikumot tartalmazó acélfajtákban, a gyorsacélokban és krómacélokban az alakítás hatására a karbidok összetöredeznek. Általában a szövetben található karbideloszlás módjából szoktak következtetést levonni az anyag szerszámgyártásra való alkalmasságára. Ennek megítélésében a szerző óvatosságot ajánl. A melegalakítás során szövetükben át nem alakuló acélok tárgyalása közben megemlíti, hogy a ferritesek könnyebben alakíthatók, mint az austenitesek.

„*Az acél hidegalakításának metallográfiai vonatkozásai*" című fejezetben először áttekintést ad a hidegalakíthatóság vizsgálatára használatos módszerekről. A szakítókísérlet adatai közül leginkább a kontrakció ad erre tájékoztatást. Használatos még a kvantitatív nyomókísérlet, továbbá a technológiai próbák közül a hajlító kísérlet és a csészehúzó próba.

Ezután az egyes szövetelemek alakíthatóságát tárgyalja. A hidegalakítás okozta tulajdonságváltozások közül a keményedés jelenségét emeli ki és ismerteti bővebben. A makroszkópos kísérőjelenségek közül a Lüders-vonalak megjelenésével foglalkozik. Végül a hidegenalakított acél izzítás következtében végbemenő lágyulásának és újrakristályosodásának folyamatával ismerteti meg az olvasót.

A „*Gázokkal érintkező izzó acélban végbemenő folyamatok*" című fejezetben az izzó acél felületén észlelhető jelenségeket rendszerezi. Elsősorban az oxidáció révén létrejövő revésedés folyamatát, körülményeit, az atmoszféra hatását, a reveréteg szerkezetét és növekedésének törvényeit ismerteti. A revésedés után a felület dekarbonizálódásának megvilágítására kerül sor.

Mind a revésedést, mind a dekarbinizációt védő gázatmoszférával lehet megakadályozni. Ismerteti a

használatos védő gázkeverékeket, előállításukat, tisztításuk módját, megközelítő összetételüket, tulajdonságaikat, viszonylagos árukat. Véleményt nyilvánít az utóbbi években feltűnt litiumgőzös revegátló kemenceatmoszféráról is.

A továbbiakban az acélgyártmányok felületi ötvözésével, a kérgesítés módszereivel foglalkozik. Elsősorban a legelterjedtebb cementálás elvét és módját adja elő, majd a nitridálás és karbonitridálás, továbbá a fémekkel való kérgesítés rövid ismertetésére kerül sor.

A fejezet végén az acél túlhevítéséről és elégéséről emlékezik meg. A két jelenség okát, felismerésük módját közli. A túlhevített szövet rendbehozására különféle módokat ajánl.

Kiemelkedően szép fejezet *„Az öntöttvas metallográfiája"*. A folyékony öntöttvas tulajdonságairól szólva a gyakorlatban fontos felületi feszültség, viszkozitás és önthetőség hatását tisztázza. Az önthetőség vizsgálatára gyakorlati módszereket ismertet.

Az öntöttvas kristályosodásának folyamata jobb megértése céljából közli és értelmezi az erre vonatkozó egyensúlyi diagramokat, megismertet a telítési szám fogalmával. A karbidos kristályosodás közben megszilárduló ledeburit várható mennyiségének számítására formulát közül.

A grafitosan kristályosodó öntöttvasban előforduló grafit változatokat jellemzi. A többi szövetlemek lehűlés során végbemenő átalakulásainak levezetése után az öntöttvas diagramokban szereplő öntöttvas típusokat ismerteti.

Ezután a különféle metallurgiai tényezők hatását veszi sorra. Elsősorban a túlhevítés és beoltás eredményéről, a modifikált öntöttvas előállításáról esik szó. Majd a kéntelenítés hatására létrejövő gömbgrafitos öntöttvasat jellemzi. A részben szürkén, részben fehéren kristályosodó vasöntvények ismertetése után az öntöttvas gáztartalmának következményeit írja le.

Ezután a fogyásról, zsugorodásról és az öntési feszültségről ad áttekintést, majd az öntöttvas mechanikai tulajdonságait részletezi.

Végül az öntöttvas fajták izzításakor végbemenő folyamatok ismertetésére kerül sor, a vaskarbid grafittá való elbomlásáról, a fehér öntöttvas dekarbonizálásáról, a temperálásról, a duzzadásáról és a revésedéséről esik szó.

Az utolsó fejezetben, *„A vasötvözetek és gyártmányok metallográfiai vizsgálatának módszerei"*-ben a makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatokra tanítja meg az olvasót. A mikroszkópos vizsgálat alapján az öntöttvas grafitjának minősítésére és a karbidos szerszámacélok karbideloszlásának megítélésére mintakép sorozatokat mutat be. Felhívja a figyelmet, hogy a megengedhető karbidsorosság eldöntésekor figyelembe kell venni a felhasználás körülményeit, nehogy feleslegesen túl szigorú követelményeket támasszunk.

Érdekes megállapításokat foglal össze a zárványvizsgálat módszereinek értékelése során. A makroszkópos és mikroszkópos módszerek megbizhatóságát összehasonlítva kimondja, hogy a mikroszkópos módszerek nem alkalmasak az acél zárványosságának megítélésére. A vizsgált csiszolat aránylag kis területe és a zárványok eloszlásának szabálytalansága miatt nem adhat a mikroszkópos módszer biztos képet az egész gyártmány átlagos zárványosságáról. Alkalmasabbnak látszanak a makroszkópos módszerek, ezek között is elsősorban a lépcsős próba és a csészepróba.

A könyv a már megjelent első kötet szerves folytatása. A két kötet együtt felöleli a vasötvözetek metallográfiájának egész terüterét. A szerző saját kutatási eredményein kívül feldolgozta az egész legújabb hazai és külföldi irodalmat. Az így feldolgozott kisebb-nagyobb kutatási eredmények *Verő József* könyvében a megfelelő helyre kerültek és ezzel egységes áttekintést nyer az olvasó az ismeretek mai állásáról.

Dr. Széki Pálma

Dr. Ing. F. Rapatz: **Die Edelstähle.** (Nemesacélok) V. javított és bővített kiadás, előkészítésében közreműködött *dr. Krainer, H.* professzor és *dr. Ing. Frehser, F.* Megjelent a Springer Verlag Berlin (Göttingen) Heidelberg kiadásában 1962-ben, 1040 oldalon, 617 ábrával és 236 táblázattal. Ára egész vászonkötésben 142,50 (NSZK) DM.

Alkatrész vagy szerszám alakjában a mai technika minden ágában találkozunk nemesacélokkal. A hőerőgépek, a vegyipar, az elektrotechnika fejlődése, továbbá a szerszámokkal és a hegeszthetőséggel szemben támasztott egyre növekvő követelmények egyre újabb acélminőségek kifejlesztését teszik szükségessé.

A különböző mechanikai, fizikai-kémiai és technológiai tulajdonságú acélfajták végeláthatatlan tömegét rendszerezi a szakkörökben már jól ismert Rapatz-könyv.

A mostani, ötödik kiadásban különösen a szerkezeti, a korrózióálló-, a nagy melegszilárdságú acélok, a mágneses tulajdonságok, a nem mágnesezhető acélok és az acélhibák fejezetei bővültek és egy új fejezetben az atomerőművekben használatos acélfajtákat tárgyalja.

A könyv beosztása az előző kiadásokhoz képest nem változott.

Az acélok szövetelemeit és ezek átalakulását tárgyaló metallográfiai bevezető után a hőkezelési technika jellegzetességeit tárgyalja. A meleg-, majd a hidegalakítás hatásainak ismertetését, az ötvöző elemek hatását tárgyaló igen részletes fejezet követi. Ebben az ötvözőelemek szerinti csoportosításban az egyes ötvözők hatásával az ezekre felépített ötvözetrendszerekről, ezek tulajdonságairól találunk számos metallográfiai és technológiai adatot, és megismerhetjük felhasználásukat szerkezeti, szerszám és különleges tulajdonságú acélként. Az egyes ötvözet rendszereket tárgyaló fejezetek végén ezek gyártásának, és feldolgozásának jellegzetességeit tárgyalja.

A legterjedelmesebb fő fejezetben felhasználási területük és különleges mechanikai, fizikai, kémiai és technológiai tulajdonságaik alapján csoportosítva ismerteti a jelentősebb acélfajtákat. A szerkezeti acélokról szóló fejezetben igen alapos ezek tartós szilárdságát, edzhetőségét és nemesítését tárgyaló alfejezet.

Külön fejezetekben foglalkozik a rugó, a meleg- és nagy tartószilárdság, hidrogénnyomás-álló, mágneses, nem mágneses, rozsda- és korrózióálló-, hő- és reveálló acélokkal, fűtőellenállások, atomerőművek, turbinák acélötvözeteivel, továbbá a szerszám- és gyorsacél minőségekkel.

A „különleges gyártási eljárások" c. fejezetben kapott helyet a nemesacél öntvények gyártása. Az acélöntvények korrózióállósága azonban gyengébb. Ismerteti a különböző célokra alkalmas acélöntvények összetételét is. Röviden foglalkozik a mintakiolvasztó precíziós öntési eljárással is.

A továbbiakban a porkohászati úton gyártott acélokról, a keményfémekről és a felületvédő módszerekről szól, tárgyalja az acélok forgácsolhatóságát, kopásállóságát, hővezetését és hőtágulását, hőkezelés alatti méretváltozásait, végül az acélok külső és belső hibáit, selejtjelenségeit ismerteti.

Az egyes fejezeteket sok táblázat, ábra és mikrofelvétel illusztrálja. A sok irodalmi hivatkozás a részletek további tanulmányozására serkent. A gyors tájékozódást részletes, betűrendes név- és tárgymutató szolgálja.

A nagyon szép kiállítású könyv jó beosztása és az igen terjedelmes anyag célszerű elrendezése lehetővé teszi a tanulmányozandó kérdésekkel kapcsolatos ismeretek gyors és alapos áttekintését, ami által az acélötvözetek gyártóinak, feldolgozóinak és felhasználóinak nélkülözhetetlen segédeszközévé vált *G. M.*

Lakos Andor: **Szellőző berendezések.** Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964. Ipari Szakkönyvtár sorozat 362 oldal 340 ábra, 26 táblázat.

Ismertetés megjelent az Öntöde 9. számában a 216. oldalon.

*

Csernov, A. V.: **Ipari kemencék és kémények építése.** Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1964. Ipari Szakkönyvtár sorozat, 176 oldal, 135 ábra, Ára fűzve 13,— Ft.

Ismertetés megjelent az Öntöde 9. számában a 216. oldalon.

Hidegsajtó műveletek és szerszámok elnevezése

Iparunk szüntelen fejlődése során mind újabb és újabb eljárásokat kell bevezetni, korszerű géptípusokat és szerszámokat kell meghonosítani. Gyakran szükség van új, megkülönböztető elnevezésekre, műszavakra. Nem mindig van azonban idő és lehetőség arra, hogy minden tekintetben helytálló szakkifejezések kristályosodjanak ki és nemegyszer mind nyelvi, mind pedig műszaki szempontból nagyon is kifogásolható kifejezések terjednek el.

A műszaki terminológia tehát időnként felülvizsgálásra szorul, illetve megoldásra váró problémává válik.

Ilyen meggondolások vezették a GTE hidegsajtolással foglalkozó szakbizottságát, amikor kidolgozta a lemezsajtolás terminológiáját és készttették a Szabványügyi Hivatalt arra, hogy „Hidegsajtoló műveletek és szerszámok elnevezése" címen közel ötven oldalas szabványban rögzítse e szakterület terminológiáját.

A következőkben néhány iránytadó szempontra szeretnék rávilágítani és néhány új értelmezést indokolni.

A lemezből készülő munkadarabok nagy része úgy nyeri alakját, hogy kihasználva a fémek képlékenységét, a munkadarabot a kívánt alakra hozzuk anélkül, hogy térfogatán változtatnánk. A lemezmegmunkálásnak ez a része képlékeny alakítás.

A lemezt — igen gyakran ugyanazt a munkadarabot — vágni, kivágni, lyukasztani stb. is kell. A munkadarab ezért azáltal is alakul, hogy a fölösleges anyagot leválasztjuk. E fölösleges anyagot azonban nem forgácsokra bontva távolítjuk el, hanem többnyire egy darabban. A lemezt mindkét esetben — a kisipari, kézi megmunkálást figyelmen kívül hagyva — hidegen, sajtológépen munkáljuk meg. Ezért e szakterület helyét a hidegsajtolással lehet jól körülhatárolni.

A gyártástechnikát tükröző és ezért időtálló elnevezéseket akkor kapunk, ha az uralkodó igénybevételt vesszük alapul, ami az anyagot megmunkálás közben terheli. Ha például lemezből üreges testet húzunk, úgy az ipar szempontjából legfontosabb eljárásról, a mélyhúzásról beszélünk. A jellegzetes igénybevétel a húzás, mert a húzóél méreteit sohasem szabjuk meg úgy, hogy a hajlító és nyomó igénybevételek uralkodóvá válhassanak. A lemezt minden esetben mélyítjük, az elnevezés tehát félreérthetetlenül utal mind a létrejövő alakra, mind pedig az uralkodó igénybevételre. A mélyhúzó szerszámnak azt a részét viszont, amit eddig mint „ránctartót" vagy „ráncfogót" ismertünk, a szabvány *ráncgátló*nak nevezi.

A mélyhúzó eljárás fordítottja a *mélynyomás*, amikor nyomótárcsából, nyomópadon, forgó nyomómintával és nyomószerszámmal forgástestet alakítunk ki. Az eljárást eddig „fémnyomás"-nak neveztük. Egyrészt nincs értelme egyedül itt utalni arra, hogy fémet munkálunk meg, másrészt félrevezető, mert ma már acéllemez is mélynyomható, ha a nyomószerszámot (görgőt) gépi úton vezetjük a lemezen.

A *nyújtóalakítás* (azelőtt nyújtóhúzás) befogott szélű lemez képlékeny alakítása alakos tuskóval. A lemez megnyúlik, mert húzóigénybevételnek van kitéve. Mivel egyszersmind a tuskó körül is kénytelen felfeküdni, hajlító igénybevétel is ráépül a húzásra. A húzóigénybevétel azonban az uralkodó, mert a minden hajlítás folyamán fellépő semleges szál itt még kívül esik a hajlítás belső oldalán, úgyhogy a nyújtóhatás az egész lemezkeresztmetszetben érvényesül. A korábbi elnevezés azonban legfeljebb arra utal, hogy a lemez a húzás hatására nyúlik.

Nincs kikristályosodott elnevezésünk a kazántestek vagy nagy átmérőjű csövek gyártására gépen, hajlított lemezből. Néha egyszerűen „lemezhajlításról" beszélünk, sokszor pedig „lemezhengerlésről"; ez félrevezető, mert ezen a lemezelőállítását értjük. Itt is a keletkező alakra kell utalni, mely többnyire hengeres, néha kúpos. Ezért a szabvány a *hengerítés*t ajánlja, a gépet pedig hengerítő gépnek nevezi.

A szabványosítás során mód nyílt kétértelmű, szószerinti fordításokból eredő vagy erőszakolt kifejezések kiküszöbölésére. A szabvány 1.4 pontja például rögzíti, hogy a munkadarabnak *kezdeti*, *befejezetlen* és *kész* alakja, esetleg több befejezetlen alakja van a hidegsajtolási műveletek során. A kezdeti darab megkülönböztető elnevezést is kaphat: a mélyhúzás kezdeti darabja a húzótárcsa, a mélynyomásé a nyomótárcsa, egyszerű hajlító műveletek vagy alaknyomáskor a kezdeti alakot *teríték*nek nevezhetjük.

A szabvány tisztázza a fánc és a sorja gyakran összekevert fogalmait is. *Pőhm György*

PÁLYÁZAT BETÖLTENDŐ ÁLLÁSRA

Ipari középirányító szerv legalább öt éves gyakorlatu, budapesti lakos mérnök-közgazdász részére főelőadói állásra pályázatot hírdet.

A pályázatot kérik a fizetési igény megjelölésével „kohászat" jeligével a Kohászati Lapok szerkesztősége címére (Budapest, V., Szabadság tér 17., III. em.) zárt boritékban küldeni.

Egyesületi hírek

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya 1964. okt. 19-én ülést tartott. Az ülésen megjelentek *Pilter Pál* elnök, *Óvári Antal* főtitkár, *Gruber Imre* titkár, *Árkos Frigyes*, *Claus Alajos*, *Felföldi Zoltán*, *Latinák István*, *Kondoray Egon*, *Mácsay József*, *Mester István*, *Nagy Zoltán*, *Pőcze László*, *dr. Sövegjártó János*, *Szőke László*, *Szűcs Endre*, *dr. Visnyovszky László* vezetőségi tagok, *Csépe Ferenc* ózdi, *Horváth Gyula* csepeli, *Kovács Dezső*, *Sztehlik László*, *Tömpe Zoltán* dec. 4. csoporttitkárok.

Pilter Pál szíves szavakkal üdvözölve a megjelenteket megnyitotta a vezetőségi ülést.

Az első pont szerint *Felföldi Zoltán* számolt be részletesen az alábbi bizottsági munkák állásáról. *1.* „Kohászati termékek költségelemzése", *2.* „Olajbányászati csövek minőségi és gyártásfejlesztése", *3.* „Hengersorok optimális programozása és elszámolása elektronikus számítógéppel," *4* „Drótkötél anyagok minőségi előírásai s javaslat új gyártási módszerre", *5* „A Maximasajtók kihasználásának vizsgálata", *6* „A kovácsipar átszervezésének vizsgálata", *7* „Acélok gáztartalmának meghatározására szolgáló berendezések felülvizsgálata", *8* „Az erőgépgyártás programjához kapcsolódó kohászati feladatok meghatározása", *9* „Sav- és hőálló acélok gyártásának és feldolgozásának problémái", *10* „Gyártó eszköz gyártás és gazdálkodás a kohászati üzemekben", *11* „A kohászati TMK-üzemek gépparkjának korszerűségi vizsgálata".

Az igen részletes értékelő ismertetéshez *Mácsay József*, *Kovács Dezső*, *Mester István*, *Latinák István*, *Pőcze László* szóltak hozzá.

Pilter Pál az értékes vitát röviden összefoglalta, kérte *Felföldi Zoltánt*, hogy a bizottsági lezárt munkákat értékeltesse, *Gruber Imre* titkárral együtt hasznosításukról gondoskodjék, s tegyen az érdemes munkák jutalmazására javaslatot.

Ezután Gruber Imre vázlatosan ismertette az 1965. évi eddig összállított munkatervet. A munkatervhez *Nagy Zoltán*, *Mácsay József*, *Kovács Dezső*, *Mester István*, *Árkos Frigyes*, *Pilter Pál*, *Pőcze László*, *Latinák István*, *Csépe Ferenc*, *Horváth Gyula* szóltak hozzá.

Pilter Pál elnök a vitát értékelve felkérte *Nagy Zoltánt*, hogy az elmúlt 3 év rendezvényeit értékelve a nagy rendezvények rendszerére s periodikusságára a következő ötéves tervekre figyelemmel, következő szakosztályvezetőségi ülés elé terjesszen javaslatot. Majd a következő határozatokat rögzítette. 1965. év márciusában egy tűzállóanyagipari, májusban egy metallográfiai és egy közgazdasági ankét lesz. A II. nemzetközi kovácskonferenciára októberben kerül sor.

Ezután *Gruber Imre* bejelentette, hogy több külföldi előadó jelentkezett előadás tartásra s legalább negyedévenként 1—1 legértékesebb előadást szerveznek meg. Ezt követően ismertette a szakmérnök-képzés s egyéb továbbképző tanfolyamok helyzetét. *Pilter Pál* elnök több hozzászólás után elfogadta *Mácsay József* javaslatát, mely szerint az illetékesek felé javaslatot teszünk kohászati karbantartó szakmérnökképzésre.

Ezután a bel- és külföldi tanulmányutak kerültek megvitatásra és értékelésre. Értékes gondolatokat vetettek fel *Pőcze László*, *Latinák István*, *Óvári Antal*, *Felföldi Zoltán*, *Gruber Imre* és *Sztehlik László*, *Mácsay József*, *Csépe Ferenc*.

Pilter Pál elnök felkérte *Visnyovszky Lászlót* a jövő évi pályázatok tematikájának sürgős összeállítására.

Végül a vezetőség átvizsgálta az újonnan tagként jelentkezőket s közülük 23 felvételét elfogadta.

Pilter Pál alelnök ezután megköszönte az élénk érdeklődést s az ülést bezárta.

A vezetőségi ülés végén *Kovács Dezső* átnyújtotta a Diósgyőrben — az egyesület helyi csoportja és a Kohászati Történeti Bizottság rendezésében már — elhangzott és még ezután sorra kerülő történeti előadások ismertetőjét.

A december közepéig elhangzottak a következők:

„A honfoglalás korának vaskohászati ásatásai". Előadó: *dr. Nováki Gyula* régész.

„A honfoglaláskori olvasztókban végzett próbaolvasztások és azok jelentőségei". Előadó: *Zoltay Endre kohómérnök.*

„A magyar vaskohászat története a honfoglalástól a 14. századig". Előadó: *dr. Heckenast Gusztáv történész.*

„A diósgyőri-hámori-vasgyár története 1770—1870-ig". Előadó: *Kiszely Gyula* KTB titkár.

Az 1965-ben előadásra kerülők a következők:

1965. jan. 6. A diósgyőri vasgyár története 1868-1944-ig. Előadó: *Kiszely Gyula* KTB titkár,

1965. jan. 17. „A diósgyőri vasgyár munkásmozgalmai. 1945-ig". Előadó *dr. Zádor Tibor* tanár,

1965. febr. 17. „A szélfrissítéses acélgyártás története Magyarországon". Előadó: *Kiszely Gyula* KTB titkár,

1965. márc. 10. „A Martinacélgyártás 100 éves története." Előadó: *Sziklavári János* kohómérnök,

1965. márc. 31. „A magyarországi hengerészet 100 éves története." Előadó: *Schön Gyula* kohómérnök,

1965. ápr. 21. „A Közp. Kohászati Múzeum jelentősége a műszaki kultúra fejlesztésében." Előadó *Zórád Aladár* múzeum-vezető.

Á. F.

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja októberi klubnapját 6-án du. egyesületünk helyiségében tartotta meg. A klubnap keretében *Lápocsy József* okl. gépészmérnök, a Csepeli Acélmű kutatómérnöke tartott előadást a „Süllyesztékek pontos megmunkálása szikraforgácsolással" címen.

Az előadásban irodalmi adatokon kívül az előadó sok értékes saját tapasztalatát ismertette, amit a hallgatóság nagy érdeklődéssel és tetszéssel fogadott. Érdekes volt az a néhány fénykép is, amit az előadásban elhangzottak alátámasztására az előadó a hallgatóságnak bemutatott. Az előadást néhány hozzászólás és több kérdésre adott válasz egészítette ki.

Latinák István

Vaskohászati Szakosztályunk Kohógépész csoportja 1964. október 5—16. között bonyolította le csehszlovákiai tanulmányútját. A tanulmányúton 12 vállalat 31 dolgozója vett részt.

Szakmai program keretében meglátogattuk és tanulmányoztuk a kassai Keletszlovákiai Vasművet (VSzZs), Osztravában a vitkovicei (VZSKG) és a kuncsicei (NHKG) Vasművet, a tsinyeci Vasművet (TZS). Az egyes üzemrészeket együttesen, illetve kisebb csoportokban tekintettük meg, ezen belül a TMK szervezetét és működését tanulmányoztuk. A kiértékelő megbeszéléseken elsősorban a karbantartás munkáját vitattuk és megállapítottuk, hogy karbantartásuk szervezete a központosítás felé hajlik, a karbantartás gazdaságosságát elsőrendű fontosságúnak tartják, tartalékalkatrész gazdálkodás terén mintaszerűen előrehaladtak.

Megemlítem, hogy a csehszlovák kollégák szívessége és a Csedok-vezető áldozatkészsége nagymértékben növelte — elsősorban műszakilag — utunk eredményességét. Ugyanakkor a Csehszlovák Tudományos Egyesülettel (CsSzVTSz) szorosabb kapcsolat tartására is megtettük a kezdő lépéseket. *Mácsay József*

Egyesületünk budapesti csoportja a hagyományos bányász-kohász barátság elmélyítését szolgáló, a három egyetemi várost ismertető előadás-sorozat harmadik előadását f. év október 7-én rendezte meg. Valamennyi szakosztályunk bevonásával összevont Klubest keretében *dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja tartott igen színvonalas, érdekes előadást Miskolc városáról.

Az előadás értékét emelte a bemutatott *dr. Horváth Zoltán* professzor által készített nagy számú, színes felvétel. Külön ki kell emelni az egyetemről készült jól sikerült felvételeket, melyek méltóan mutatták be a Nehézipari Műszaki Egyetem gyors fejlődését.

Az előadáson részt vevő mintegy 110 vendégünk, az előadás utáni hangulatos Klubesten kellemesen szórakozott. *Sz. L.*

Egyetemi hírek

A Nehézipari Műszaki Egyetemen szeptember 15-én tartották az 1964/65-ös tanév ünnepélyes megnyitását. Az ünnepségen vendégként megjelent *Gosztonyi János*, az MSZMP Központi Bizottságának tagja, a Központi Bizottság Közoktatási Osztályának vezetője, *dr. Bodnár Ferenc*, az MSZMP Borsod megyei Bizottságának első titkára, *dr. Polinszky Károly* művelődésügyi miniszterhelyettes, *Havasi Béla*, az MSZMP Miskolci Bizottságának első titkára és *Fekete László*, Miskolc város Tanácsának VB elnöke. Tanévnyitó beszédet mondott *dr. Zambó János* rektor. Az ünnepség keretében az egyetem rektora aranyoklevéllel tüntette ki *Breznyik Károly*, *Ferjentsik Sándor*, *Ürmösi László* és *Vereskői Gyula* okl. vaskohómérnököket, valamint *Schmidt György* okl. bányamérnököt. A kitüntetetteket az OMBKE nevében, *dr. Verő József* egyetemi tanár köszöntötte, és átnyújtotta részükre az egyesület ajándékát. Az új aranyoklevelesek nevében *Ferjentsik Sándor* mondott köszönetet a kitüntetésekért. Az ünnepség után vendégeink és az aranyoklevelesek megtekintették az egyetemet. Az új aranyokleveles mérnököket díszebéden látta vendégül az egyetem.

Dr. Verő József egyesületi alelnök üdvözlő beszéde az aranyokleveles mérnökökhöz

Tisztelt Egyetemi Ünnepi Tanácsülés!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében tisztelettel és szeretettel köszöntöm azokat a tagtársainkat, akik ma, 50 évvel az államvizsgájuk után az Alma Matertől átveszik aranyoklevelüket. Tisztelettel köszöntöm őket azért a munkájukért, becsületes helytállásukért, amellyel az öt évtizedet kitöltötték és szeretettel hűségükért a szakmához és annak társadalmát összefogó nagymúltú egyesületünkhöz. Ezt a hűségüket jutalmazza egyesületünk ajándékkal és az egyesületi érem adományozásával. Az egyesület ajándékát azzal a kívánsággal adom át nekik, hogy életük legyen békés, nyugodt és, hogy még sok évig legyenek példaképei a fiatalabb nemzedéknek. Ehhez kívánok nekik erőt, egészséget és jó szerencsét.

Ferjentsik Sándor aranyokleveles kohómérnök beszéde az új aranyoklevelesek nevében

Mélyen tisztelt Rektor úr!

Mélyen tisztelt ünnepi tanácsülés!

Amikor a mai gyönyörű ünnepségre szóló meghívót kézhez vettem, első érzésem az volt, hogy olyan bizonyítványt fogunk itt kapni, amit nem is érdemlünk meg, mert hiszen semmiféle vizsgát sem tettünk le. De amikor életem elmúlt ötven esztendejét felidéztem emlékezetemben, és lelkemben végigviharzott ennek a félszázadnak minden küzdelme, sikerei és kudarcai, örömei és szenvedései, rájöttem, hogy igenis vizsgáztunk. A nagy tanítómester, az Élet, vizsgáztatott bennünket szinte minden nap szakmai tudásból, munkaszeretetből és emberségből.

E három nagy stúdiumnak alapelemeit mi még az ősi Alma Mater, a kétszáz évvel ezelőtt alapított selmecbányai főiskola falai között szívtuk magunkba. Áldott emlékű professzoraink ott vezettek be a bányászat és kohászat tudományába és oktattak példájukkal a munka és a szakmánk szeretetére, és emberi magatartásukkal, vagy ahogy ma mondjuk az ifjúsághoz való viszonyulásukkal ők neveltek rá arra a mély humánumra, emberszeretetre, amely a bányák és kohók dolgozóiban nemcsak a vezetőket és vezetetteket látja, hanem munkatárssal jóban-rosszban osztozó és segítő társat, a barátot is!

Most amikor utolsó műszakjaink felé ballagó végdiák társaim nevében is megköszönöm a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tanácsának és a Bányászati és Kohászati Egyesületnek, mint a selmecbányai főiskola szellemi örököseinek, a kapott aranyoklevelet és jutalmakat és ezt a szép ünnepséget, azt kívánom, hogy a Műszaki Egyetem falai közül kikerülő mérnöknemzedékek hosszú sora is ugyanolyan szeretettel emlékezzék vissza az itt eltöltött szép napokra, mint amilyen szeretettel, kegyelettel és hűséggel hordozzuk szívünkben mi az ősi Alma Mater, áldott emlékű professzoraink és a magunk ifjúsága legszebb éveinek emlékeit. Jó szerencsét!



Dr. Zámbó János üdvözli Ferjentsik Sándort az aranydiploma átadása alkalmából

*

Az első éves kohómérnökhallgatók ünnepélyes beiktatására szeptember 12-én került sor. *Dr. Horváth Zoltán*, a Kohómérnöki Kar dékánja a Kar oktatóinak jelenlétében, kézfogással fogadta kohómérnökhallgatókká első éveseinket, majd az egyetem szervezetéről és az első évesek feladatairól tartott előadást. Az első éves esti, ill. levelező tagozatos kohómérnökhallgatók beiktatására szeptember 14-én, ill. 17-én került sor.

*

Dipl. Ing. *Krauss* és Di P l. Ing. *Hesse*, a Freibergi Bányászati Akadémia Vaskohászattani Intézetének oktatói aug. 27-e és szept. 5-e között a Vaskohászattani Tanszék vendégeként tanulmányúton volt egyetemünkön.

*

Az egyetem parkjában felállították *dr. Cotel Ernőnek*, *dr. Széki Jánosnak* és *Pattantyús Á. Imrének*, egyetemünk elhunyt professzorainak kőből készült mellszobrát. Itt helyezték el *dr. Schandl Vilmosné* és *Lancsarics Alajos* volt tanszékvezetők, valamint *Péterffy László* volt gazdasági rektorhelyettes emléktábláját is.

*

A Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia 12 ötödéves kohómérnök hallgatója *dr. Bien Artúr* adjunktus vezetésével aug. 15-e és szept. 11-e között a Kohómérnöki Kar vendégeként a Lenin Kohászati Művekben, a Dunai Vasműben és a Székesfehérvári Könnyűfémműben végezte termelési gyakorlatát. Társegyetemünk hallgatóit a kar részéről *Pintér Károly* és *Szarka Gyula* tanársegédek vezették.

*

Balla Béláné adjunktus és *dr. Wéber Józsefné* tanársegéd, az Általános és Fizikai-Kémiai Tanszék oktatói, a Freibergi Bányászati Akadémiával kötött egyezmény keretében jún. 21-e és júl. 5-e között az NDK-ban tanulmányúton voltak. A Bányászati Akadémia oktató és kutató munkájának tanulmányozásán kívül, más egyetem kémiai intézeteit is meglátogatták.

*

A Kohómérnöki Kar felterjesztésére a Művelődésügyi Miniszter címzetes egyetemi docensi címet adományozott *dr. Várhegyi Győzőnek*, a Fémipari Kutató Intézet igazgató helyettesének, *dr. Wellesz Rudolfnak* és a nemrégiben elhúnyt *dr. Bella Ede* tudományos munkatársnak.

*

A berlini Tudományos Akadémia kiadásában most jelent meg *Geleji Sándor* professzor tudományos munkásságát összefoglaló kiadvány „Ein Überblick über meine wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiet der bildsamen Formung der Metalle" címen.

Farkas Ottó